

独立行政法人情報処理推進機構 委託

2014 年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業  
「日本のソフトウェア技術者の生産性及び処遇の向上効果研究：  
アジア，欧米諸国との国際比較分析のフレームワークを用いて」  
に関する成果報告書

平成 28 年 8 月

学校法人同志社 同志社大学

本報告書は独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア高信頼化センターが実施した「2014年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業」の公募による採択を受けて同志社大学技術・企業・国際競争力研究センター（研究責任者 中田喜文）が実施した研究の成果をとりまとめたものである。

## 目次

研究成果概要	1
1. 研究の背景および目的	16
1.1 背景	16
1.2 研究課題	16
1.2.1 中長期に取り組むべき研究の全体像	16
1.2.2 中長期課題の中での本研究課題の位置づけ	16
1.3 研究の意義	17
2. 実施内容	18
2.1 研究アプローチ	18
2.1.1 研究の全体像	18
2.1.2 関連するこれまでの研究について	19
2.1.3 研究目標	19
2.2 研究の活動実績・経緯	21
2.3 研究実施体制	24
3. 研究成果	27
3.1a 研究目標 1a「生産性指標と労働条件指標の検討と選別」	27
3.1a.1 当初の想定	27
3.1a.2 研究プロセスと成果	27
3.1a.3 発生した課題および今後の展望	31
3.1b 研究目標 1b「国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討」	32
3.1.1b 当初の想定	32
3.1b.2 研究プロセスと成果	32
3.1b.3 発生した課題および今後の展望	35
3.2 研究目標 2「国内及び海外 6 か国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状に関する情報収集」	35
3.2.1 当初の想定	35
3.2.2 研究プロセスと成果	36
3.2.3 発生した課題および今後の展望	39
3.3 研究目標 3「生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築」	39
3.3.1 当初の想定	39
3.3.2 研究プロセスと成果	40
3.3.3 発生した課題および今後の展望	43
3.4 研究目標 4「国内個票データベースの構築」	44
3.4.1 当初の想定	44
3.4.2 研究プロセスと成果	44
3.4.3 発生した課題および今後の展望	47
3.5 研究目標 5「国際比較に用いる海外 4 か国の個票データベースの構築」	47
3.5.1 当初の想定	47
3.5.2 研究プロセスと成果	47

3.5.3 発生した課題および今後の展望	50
<b>3.6 研究目標6「国内及び比較国個票データの統計分析」</b>	<b>51</b>
3.6.1 当初の想定	51
3.6.2 研究プロセスと成果	51
3.6.3 発生した課題および今後の展望	69
<b>3.7 研究目標7「国内及び海外6か国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証」</b>	<b>69</b>
3.7.1 当初の想定	69
3.7.2 研究プロセスと成果	70
3.7.3 発生した課題および今後の展望	75
<b>3.8 研究目標8「ソフトウェア企業に対する生産性・労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成」</b>	<b>76</b>
3.8.1 当初の想定	76
3.8.2 研究プロセスと成果	76
<b>4. 考察</b>	<b>80</b>
<b>4.1 研究による効果や問題点等</b>	<b>80</b>
<b>4.2 研究成果の活用と今後の研究の進め方</b>	<b>80</b>
4.2.1 研究成果の活用	80
4.2.2 今後の研究の進め方	80
4.2.3 国や産業界への要望	81

## Appendix

1. 5ヶ国アンケート回答結果(設問別)
2. ISBSG プロジェクト生産性分析
3. 各国のソフトウェア産業分析

## 研究成果概要

### 1 研究の背景および目的

日本のソフトウェア産業は生産性が低く、国際競争力がないと言われる。ソフトウェアの貿易統計を見る限り、圧倒的な輸入超過である。また、日本のソフトウェア技術者は、国際的にも、国内の他職種と比較しても、労働時間が長いにも関わらず、低い処遇しか得ていない。目を国内に向けると、他の専門職と比べてより低いことは言うに及ばず、多くの製造業ブルーカラー職と比べても優位性がない。労働時間の長さを加味すると、能力の高い人材をソフトウェア産業に引き付けることは困難である。また、IT という時代の先端を行く産業で働く事から得られる仕事満足感も、様々な指標によると近年低下している。

このようなソフトウェア技術者を取り巻く逆境の中、これからの日本の産業の発展とより良い社会の実現に向けて改革を推進する基幹的人材であるソフトウェア技術者の高い生産性、また、その裏付けとしての高度な職業能力、そしてこれらの結果としての高い処遇、さらには彼ら／彼女らがこのような創造的な仕事を通して、仕事意欲と大きな満足を得ることなしには、日本の産業、そして日本社会の発展も望めない。

本研究は、日本のソフトウェア産業で働く技術者の生産性と処遇、およびその規定メカニズムに関する正確な事実認識を行うため、日本と海外4ヶ国のソフトウェア技術者を含めた5ヶ国でのアンケート調査とヒアリング調査を実施し、ソフトウェア技術者の生産性と処遇の決定メカニズムに関する仮説（モデル）を検証する。この検証を通して日本のソフトウェア技術者の生産性と処遇の現状とその決まり方を国際競争の視点からの評価を行い、その結果に基づきソフトウェア技術者に対する適切な政府の政策と企業の人的資源戦略の構築に資する提言を行うことを目指す。

### 2. 実施内容

#### 2.1 研究の全体像

研究は以下の4項目で構成される。

##### (1) 文献調査およびプレヒアリングによるソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件に関する比較概念の検討と指標の選定

比較可能なソフトウェア技術者の生産性指標を構築するために、様々な業態のソフトウェア生産現場を訪問し、ヒアリング等のエスノグラフィカルな手法を用いて、生産性の把握の視点と客観指標の候補を抽出するために必要な質的情報（数量で表現できる量的データに対し、そのような数字での表現ができない情報）を収集する。同時に給与や労働時間等の労働条件、勤務形態や仕事の配分とその管理のされ方等の働き方、さらには、仕事、所属する組織、およびソフトウェア技術者という職業に対する感情等についてもヒアリングを行う。また、先行研究文献を調査し、生産性指標と労働条件指標の候補抽出の参考にする。

続いて、先行研究文献のレビュー作業で得られた情報をもとに生産性と労働条件の指標候補を複数作成し、それら候補からプレヒアリングの中で得られた質的情報をもとに指標を選別する。

## **(2) ソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件決定に関する仮説と理論モデルの設定**

先行研究文献の精査と国内外ヒアリングで得られた情報に基づき、ソフトウェア技術者の能力等の個人要因、職場環境要因、人的および生産管理の在り方等のマネジメント要因、さらには産業構造や労働市場の特性等の外部環境要因の4要因に分類整理し、それらの各分類要因間の関係について、相互の関係の有無と相互作用の向き(プラス、あるいはマイナス効果)に関する仮説を包含する「ソフトウェア技術者生産性・労働条件モデル」を構築する。

## **(3) 生産性と労働条件指標による国際比較と仮説モデル検証に必要なデータ収集と収集データを用いての国際比較と仮説の検証**

上記生産性および労働条件指標作成に必要な情報や、モデルの他の要因情報を入手するためにアンケート票を作成し、このアンケートによってソフトウェア技術者からの回答を集める。それらの情報を用いて、両指標による国際比較と仮説モデルの妥当性に関する統計分析を行い、要因相互間の関係性、およびそれらの頑健性を検証する。

この検証作業を、質的+量的調査対象の日本を含む5ヶ国に対して実施し、日本のソフトウェア技術者に関する検証結果と比較可能な分析結果を日本以外の4ヶ国について得る。これら日本および世界4ヶ国の生産性および労働条件の指標比較、および決定モデルの適合性結果を総合的に検討することで、日本のソフトウェア技術者の生産性と処遇水準の現状とそれらの決まり方の特徴(他国と比べた相違と類似)を明らかにする。

## **(4) 国内企業に対する施策と日本政府に対する政策の提言**

上記の結果を精査することで、日本のソフトウェア技術者の生産性そして処遇改善に、効果的且つ効率的な要因を抽出し、企業および政府に対し、それら要因を促進する施策・政策を提言する。

## **2.2 研究の活動実績・経緯**

研究は以下の手順で進めた。

- (1) 生産性指標と労働条件指標の検討と選別(2014年6月より2015年3月)
- (2) 国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討(2015年7月より2016年4月)
- (3) 国内および海外6ヶ国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状の情報収集(2014年7月より2015年10月)
- (4) 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築(2015年4月より10月)
- (5) 国内個票データベース構築(2015年9月より2016年2月)
- (6) 海外4ヶ国個票データベースの構築(【2015年9月より2016年5月】)
- (7) 国内および比較国個票データの統計分析(2016年2月より2016年6月)
- (8) 国内および海外6ヶ国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証(2016年1月より7月)

(9) ソフトウェア企業に対する生産性・労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成(2016年7月)

## 2.3 研究実施体制

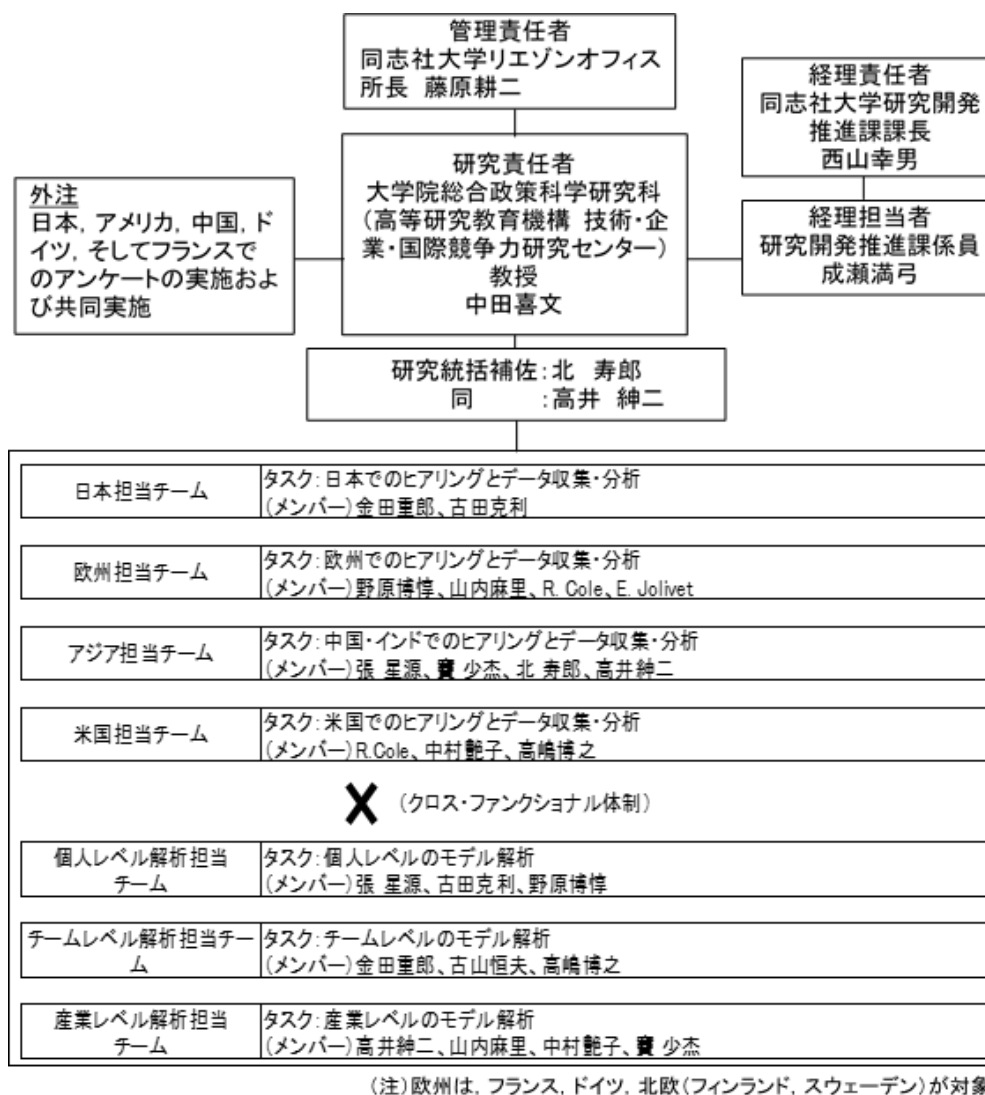


図1 全体実施体制図

## 3. 研究成果

### 3.1 生産性指標と労働条件指標に係る情報収集・検討・選別

比較可能なソフトウェア技術者の生産性指標と労働条件指標案を、ERP および組込みソフトウェア技術者について複数作成し、それぞれのメリット、デメリットを、先行研究およびプレヒアリングを通して明らかにし、相対的な評価を行い、その中から実証研究で用いる指標を決定した。

まず、プレヒアリングでは、日本を含め世界7ヶ国、22社1研究所、1大学で、26名のソフトウェアの第一線の技術者、専門家、研究者から、意見を収集した。その結果、給与、

および労働時間における日本を含め7ヶ国間差異が大きいこと、特に労働時間については、短い週所定内労働時間でも、ほとんど超過労働を行わない欧州各国の仕事の仕方は、ソフトウェア技術者の働き方に大きな多様性が存在することを示唆するものであった。また、生産性指標については、国際比較に耐えうる、適当なソフトウェア技術者に関する客観的・主観的・心的生産性指標が存在しないことが、先行研究の示唆するものであると同時に、専門家、実務家共通の認識であることを確認できた。そして、各人のやりがい感が上司の考える生産性と対応していること、また、職場の環境が生産性の決定に影響を与えること、等も明らかになった。そこで、複数の選択肢の検討の後、労働条件指標については、年収を年間総労働時間で除した時間給を、生産性指標については、二つの心的生産性指標（主観的・心的生産性と職務満足度）を選択することとした。

また、国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討し結果、1国のソフトウェア産業の国際競争力の特徴とその国のマクロ的条件的関係を以下のとおりに整理した。

- ① 1国の教育制度は、その国のソフトウェア産業の発展の方向性に規制力を持つ。
- ② 1国の労使関係制度は、その国のソフトウェア技術者労働市場の特性に影響を持つ。
- ③ 1国のコーポレートガバナンスの在り方は、その国ソフトウェア産業が特定の方向に発展することを促進する効果を持つ。
- ④ 1国の労使関係や雇用関係の在り方は、その国が比較優位を持つソフトウェアの決定に影響を持つ。

### 3.3 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築

上述したとおり、我々が説明すべき労働条件については年収あるいは、年収を年間総労働時間で除した時間給を被説明変数とする。生産性指標については、二つの心的生産性指標を選択した。一つ目は、主観的・心的生産性指標と呼ぶものであり、質問票の能力発揮、組織への貢献、および社会への貢献に関する3変数を主成分分析で統合指標化したものである。もう一つは、ソフトウェア技術者の職務満足感である。具体的には、質問票で尋ねる六つの設問、24 a. 仕事を一緒にする仲間に恵まれている、b. 今の仕事は面白い、c. 自分のペースで働くことができる、f. 自分の納得できる報酬や地位を得ている、i. 今の仕事は自分に合っている、k. 重要な仕事を任されている、の6設問の主成分分析の第一主成分である。

その根拠は、1)上記2指標を構成する三および六つの設問自体が、ソフトウェア技術者の職場環境の良さや仕事とのマッチングの良さと、技術者の仕事から得られる喜び、満足を体現しており、これら自体が、社会的に価値があり、2)過去の多くの先行研究から、これらが、組織の生産性にプラスの効果があることが強く示唆されている。そして3)本研究の分析対象に設定したERPおよび組込みソフトウェアの作成とその活用に従事するソフトウェア技術者に限定しても、世界5ヶ国の多様な職場で、多様なプロダクトを扱う技術者に普遍的に適用可能でかつ観察可能な客観指標を特定することが困難であることである。

これらを共通に説明する要因として、個人属性、職場環境、マネジメント、および外部環境の4要因を特定した。これらを統合したモデルは、図2のとおりである。



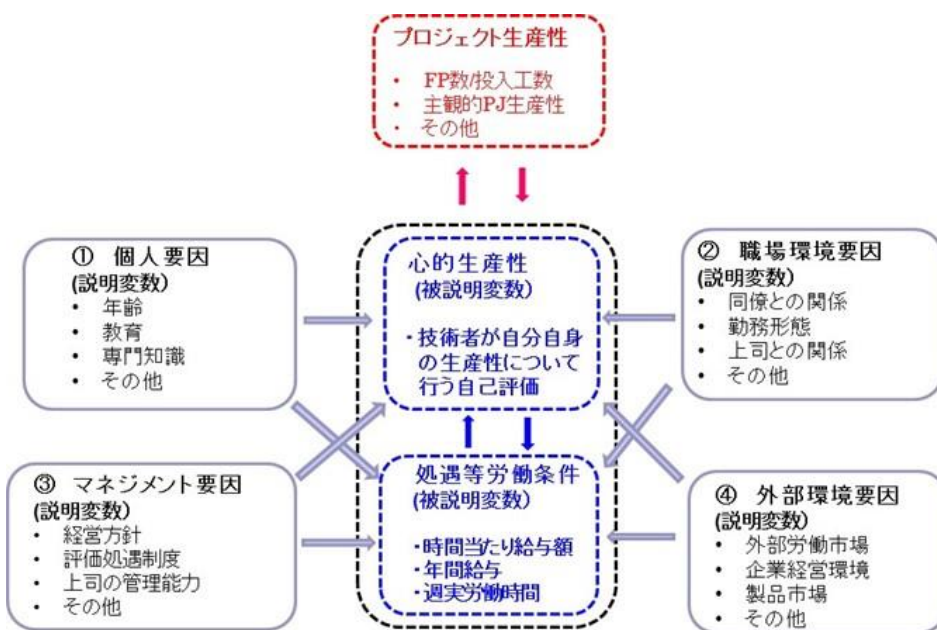


図2 4要因ソフトウェア技術者生産性・労働条件モデル

### 3.5 国内個票データベースの構築

上記4要因モデルを構成する①個人要因，②職場環境要因，③マネジメント要因，④外部環境要因に加え，モデルの被説明変数である処遇等労働条件および技術者生産性（心的生産性）に関する質問票を作成し，調査は電機連合（日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会）との共同実施の形で行った．調査は，2015年12月から始め，2016年1月までの約1か月をかけて実施され，3,115件の回答が得られた．内訳は事項に記載する．

### 3.6 国際比較に用いる海外4ヶ国の個票データベースの構築

アンケートの実施状況は，表1のとおりである．海外アンケートに関しては，国内アンケートと異なる点が4点ある．1点目は，ターゲットとするソフトウェア技術者数が，国内アンケートより若干少ないケースが存在すること，2点目は，日本アンケートに含まれている，本研究と直接関係しない質問事項は削除されていることである．3点目は，特定の質問項目については，日本アンケートでは，実数を記載することを求めているが，海外の場合，ある範囲を選択する形での回答となっている場合があること，4点目は，類似する質問項目の重複を避け，全体の設問数を若干減らし，回答率を高める工夫を行ったことである．

表1 アンケート5ヶ国一覧：

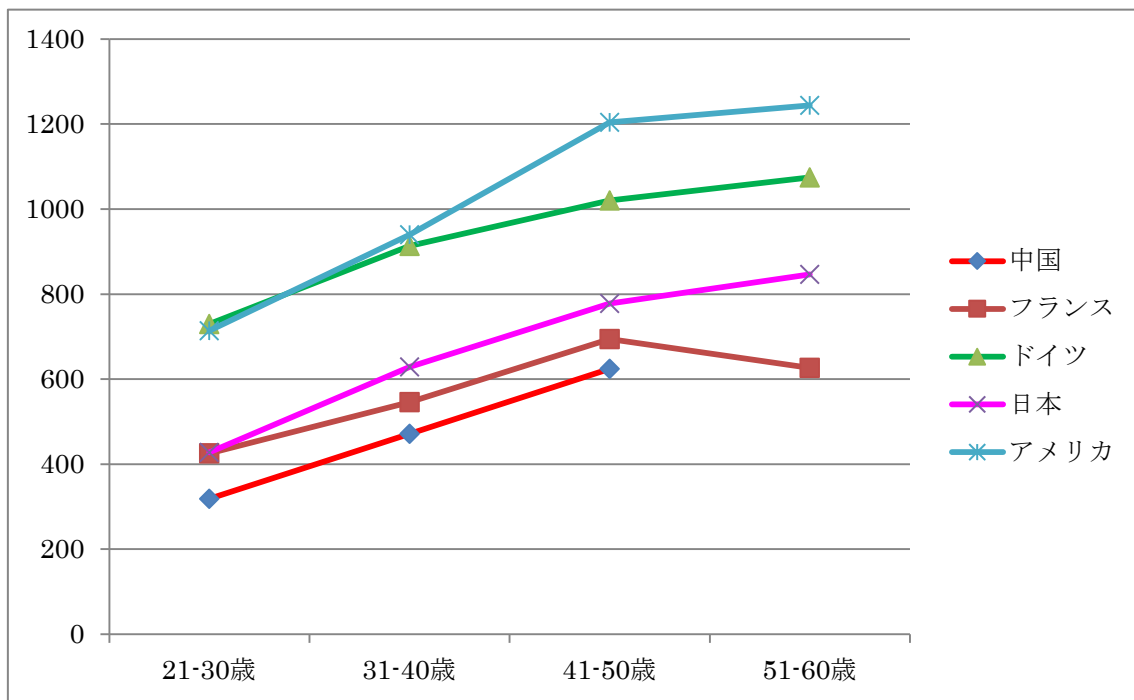
対象国	実施時期と方法	回収サンプル				協力／委託機関
		回収数	ERPソフト技術者	組込みソフト技術者	その他のソフト技術者	
日本	2015年12月～2016年1月 日本国内の電機連合組合員および管理者に対し調査票(紙)で実施	3,115	364	493	164	電機連合(全日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会)
アメリカ	2016年3月～4月 アメリカ国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	555	337	115	82	VizQuest Ventures (アメリカマサチューセッツ州)
ドイツ	2016年4月～5月 ドイツ国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	504	85	336	13	VDE(ドイツ電気・電子・情報技術協会) Elektronik Praxis BITKOM
フランス	2016年3月～4月 フランス国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	344	168	102	21	Enquete& Opinion
中国	2016年1月 に上海堅堅情報技術社を介し、中国国内企業の技術者および管理者に対し調査票(紙)で実施	300	144	111	14	上海堅堅情報技術有限公司

### 3.7 国内及び比較国個票データの統計分析

日本およびアメリカ、中国、ドイツ、フランス5カ国において、ソフトウェア技術者に対するアンケート調査によって、労働条件および心的生産性に関する二つの指標値を推定するために必要なデータを収集した。下記の5ヶ国推定値は、このデータに基づく。以下のとおり、この比較を通して、日本の労働条件の相対的な低さ、特に心的労働生産性については5ヶ国中最も低いことが明らかになった。

#### (1) 労働条件の比較：年収および時間給による比較

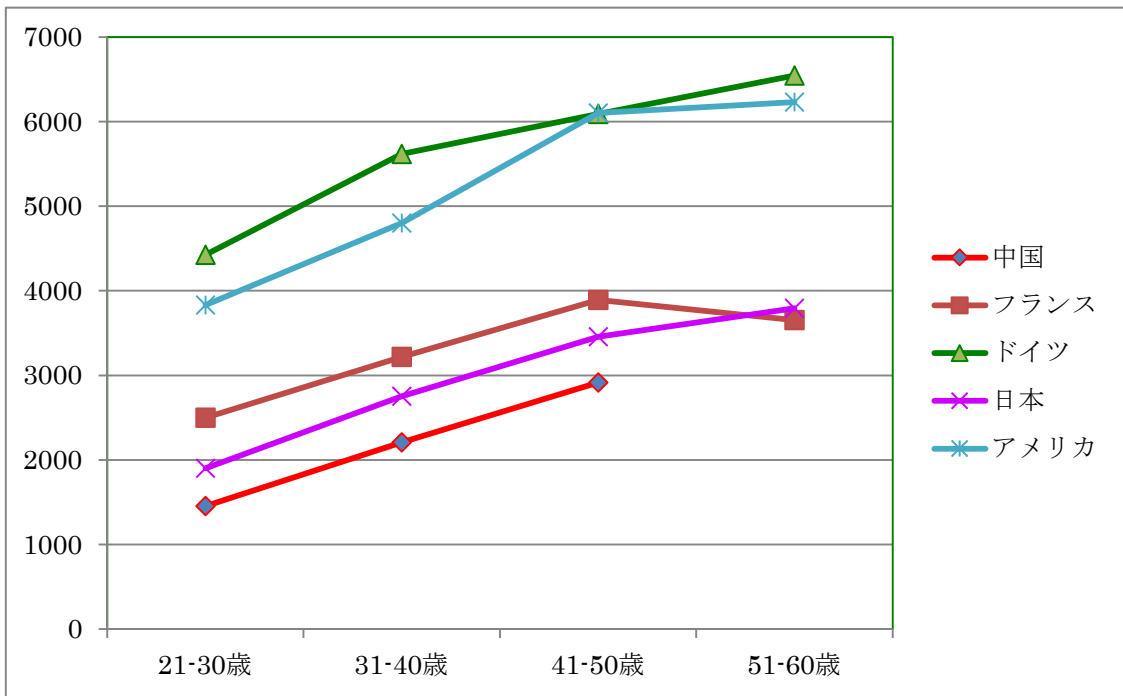
購買力平価を用いて行った年収比較では、アメリカが最も高く、ドイツは、40歳以下では、アメリカとほぼ同水準であるが、それ以上の年齢層では、アメリカよりは低い。日本の技術者の年収の購買力は、若干、中国、フランスを上回るものの、ほぼ同水準である。対象をERPソフトウェア技術者と組込みソフトウェア技術者に特定しても、先の結果は変わらない。



( PPP を用いた換算値: 万円)

図3 年収の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体

比較を時給で行った場合、年収の場合と大きく異なるのは、日本の他国と比べた相対的な位置が、どの年齢層でも低下することである。もう一つの差異は、海外4ヶ国本の時給の年齢グループ別プロフィールの傾きに関する変化である。それまでの年収では、日本だけが50代でも上昇することで、むしろ上位2国との相対地位を高めていたが、時給で見るとソフトウェア技術者全体でも、ERP ソフトウェア技術者、組込みソフトウェア技術者それぞれについて見た場合でも、他の4ヶ国においても50歳代でも、時給が上昇する。その結果、日本の時給は、相対的に低下し、むしろ下位グループに近づくことになる。



( PPP を用いた円換算値:円)

図4 時給の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体

(2) 労働条件の比較：労働時間による比較

もう一つの労働条件である月間労働時間についても、その分布について比較を行った。日本の場合、法定労働時間である週40時間を超えない技術者の割合は、4.3%である。他方、同じ比率はフランスでは、76%、ドイツでは92%である。週当たり10時間以上の残業をするソフトウェア技術者の割合では、日本は27%を超えるのに対し、中国10.5%、アメリカ7%、フランス1.9%、そしてドイツで0.4%である。日本のソフトウェア技術者の長時間労働が突出していることが良くわかる。

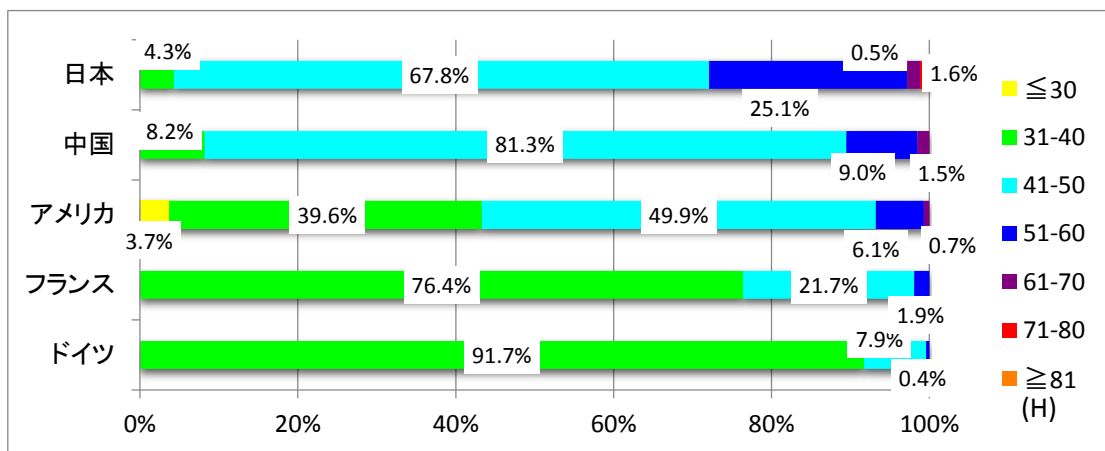


図5 労働条件の5ヶ国比較週実労働時間別の分布割合の差異：ソフトウェア技術者全体

ERP ソフトウェア技術者および組込みソフトウェア技術者それぞれについても、日本のソフトウェア技術者の長時間労働は、突出している。

(3) 心的生産性の比較：心的生産性指標による比較

心的生産性指標による5ヶ国比較の結果も同様に明確である。日本の技術者は、ソフトウェア技術者もそれ以外の技術者も同様に、主観的な生産性指標で見ても、仕事満足のレベルで見ても、ともに比較5ヶ国中、もっとも低い水準にある。他方、アメリカのソフトウェア技術者の両指標で見た生産性の高さは、他国を大きく凌駕する。それ故に、両指標で見た日米間の生産性格差は、極め大きい。

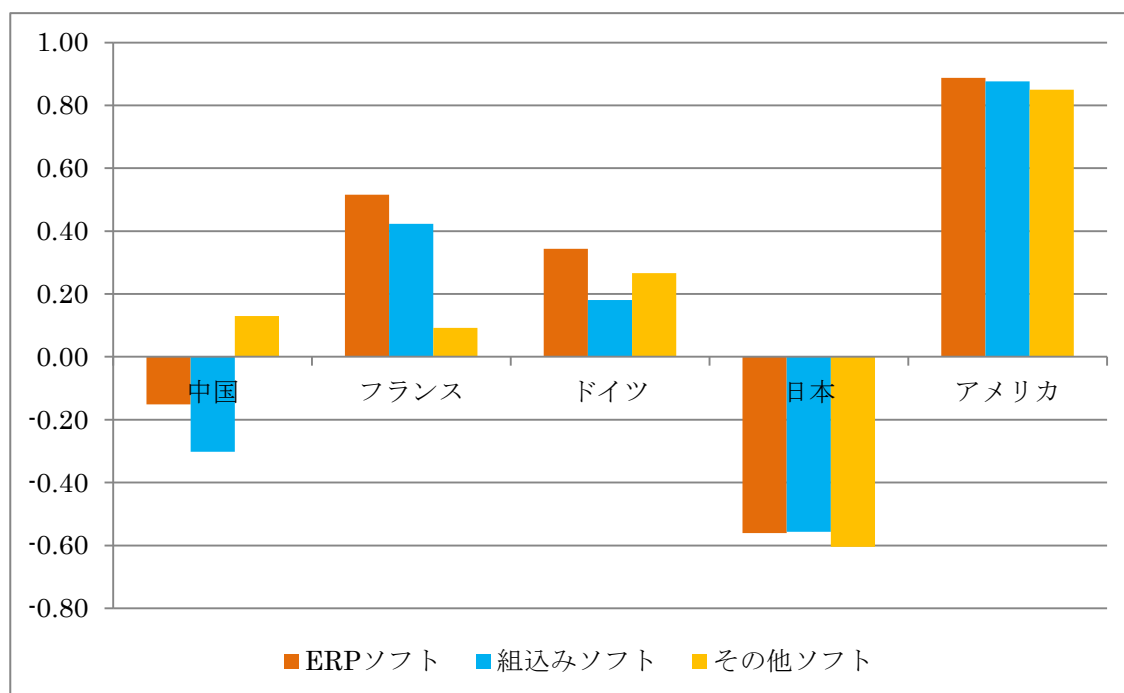


図6 生産性の5ヶ国比較：心的生産性指標による比較～主観的な生産性指標による比較  
：三つの仕事の達成度変数1)の第一主成分

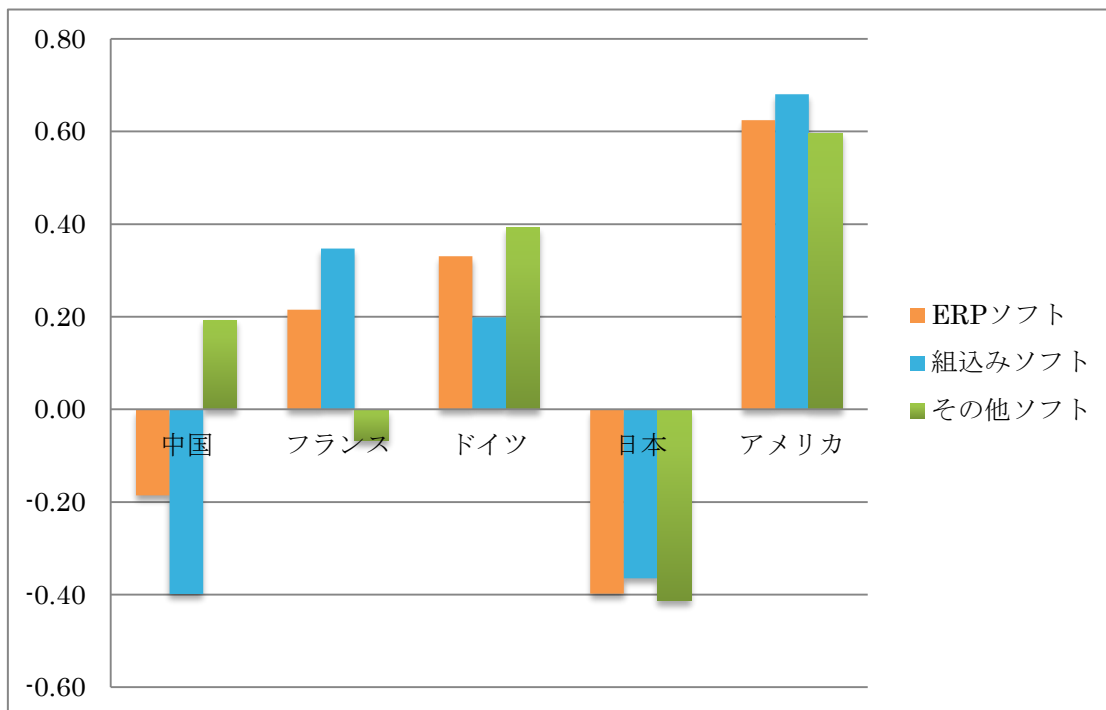


図7 生産性の5ヶ国比較：心的生産性指標による比較～仕事満足度による比較  
：五つの仕事満足度変数の第一主成分

#### (4) 回帰分析による心的生産性の比較

4 要因に基づく労働条件および心的生産性指標の決まり方について、5ヶ国で回収したデータを用いて検討した。具体的には、モデル図に記載した、個人的要因(年齢や性等の個人属性、個人の能力レベル、一人ひとりの職務内容やキャリア観等)、職場要因(職場環境やその風土)、マネジメント要因(組織のマネジメントや人的資源管理の仕方等)、そして外部環境要因(ソフトウェア技術者の外部労働市場の有無、あるいは制作する製品、サービスの違い等)が、説明要因として有効であるかどうかを、多重回帰分析の手法を用いて検証した。その結果多くの国で、われわれが想定した要因が、被説明変数である労働条件や心的生産性に対し、モデルで想定した影響を持っていることが確認できた。また、その影響のあり方が国ごとで異なり、各国ごとに、それらの要因の相対的な重要性が異なる形で、各国の特徴がモデルで適切に表現できていた。

結果は、表2~4のとおりである。表の縦軸は各国を現し、横軸は上で述べた要因を現す。縦横の交わる欄に記載された◎、○あるいは●は、その縦軸の国では、対応する横軸の要因が影響(統計的相関性)を持っていることを示している。◎あるいは○は、各要因の変数が、それぞれの被説明変数に対して、プラスの効果を持つことを示す。◎は、被説明変数に対してプラスの効果を持つ要因数が複数存在することを示す。●は、対応する要因に含まれる説明変数の効果が、一般に期待されるのとは逆の効果を示したことを表す。

表 2 時間給与を被説明変数とする回帰分析結果

		アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性		◎	○	◎	◎
	学歴		○	○	○	○
	能力認識	◎			○	
	能力				○	◎
	職務	◎	◎	○		○
	キャリア・会社観				◎	○
職場環境要因	良好な上司との関係					●
	職場風土・文化		○		○	
マネジメント要因	経営理念と戦略			○		
	仕事管理			○	○	
	人的資源管理			○	○	○
外部環境要因	職種労働市場			○	○	○
	製品市場				◎	○

表 3 主観的生産性を被説明変数とする回帰分析結果

		アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性	◎	○		○	○
	学歴				●	
	能力認識					◎
	能力	◎	○	◎		◎
	職務	○	○	○	○	○
	キャリア・会社観	◎	◎	◎	◎	◎
職場環境要因	良好な上司との関係		○	○	○	
	職場風土・文化	○			○	○
マネジメント要因	経営理念と戦略	○		○		
	仕事管理	○			○	○
	人的資源管理			○	○	○
外部環境要因	職種労働市場		○		◎	
	製品市場			○		

表 4 職務満足度を被説明変数とする回帰分析結果

		アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性	◎		◎	○	○
	学歴					
	能力認識			○	◎	◎
	能力	◎				◎
	職務	○	○	◎	○	○
	キャリア・会社観	◎	○	◎	◎	○
職場環境要因	良好な上司との関係	○	○		○	○
	職場風土・文化	○	○	○	○	○
マネジメント要因	経営理念と戦略	○	○	○	○	
	仕事管理	○			○	○
	人的資源管理		◎	○	○/●	◎
外部環境要因	職種労働市場				○	
	製品市場			◎		

### 3.8 国内及び海外 6ヶ国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証

基本的にモデルの検証結果について、われわれの解釈が適切である、との支持が得られた。

時間当たり給与で見た労働条件については、個人要因が各国で統計的にその効果が確認されたが、ヒアリングでもその解釈の妥当性が確認できた。個人属性、教育、能力、能力認識、職務、およびキャリア・会社観の6項目が、年収に対してプラス効果を持つ点に関する確認ができた。

また、各国の特性が、個人要因、職場環境要因、およびマネジメント要因の係数の差異に現れるだけでなく、外部要因においては、具体的にどの変数が効果を持つかにおいて国ごとの特徴が表現されていることが確認できた。具体的には、職種労働市場の効果が確認できたのは、中国、フランス、ドイツ、日本の4ヶ国であるが、アメリカでは、職種労働市場が全般に発達していること、中国、フランスでは、ソフトウェア技術の違い(ERPソフトウェア技術、組込みソフトウェア技術、あるいはWebアプリケーション技術等)によって、企業横断的に給与水準が決まる傾向がヒアリングでも確認できた。

さらには、これら統計分析の結果にとどまらない、社会文化制度の影響を様々な形で確認できた。何よりも、ソフトウェア技術者の各国社会、各国経済の中で、ソフトウェア技術者がどのように位置づけられているか、その位置づけが、結局は大きな意味で、彼らの労働条件と生産性の基本的な規定要因であること、つまり我々の4要因モデルの外部環境要因の重要性が確認できた。



### 3.9 ソフトウェア企業に対する生産性・労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成」

日本のソフトウェア技術者を取り巻く労働環境は、長時間労働とそれに見合わない心的労働生産の両面から見て、速やかに改善を必要とする。具体的に有効と思われる施策としては以下のものが提案できる。

まず、産業界に対しては以下の2点である。

#### A: 仕事管理の改善

本研究の結果として、日本のソフトウェア技術者の労働条件および心的生産性に関する課題と強い関連性を持つマネジメント要因として仕事管理の稚拙さが浮かび上がった。ゆえに、仕事管理の改善のため、管理職は、今後ソフトウェア技術者にたいして仕事をさせるに当たり、事業計画およびその中で、担当させる具体的な仕事のその事業計画の中で位置づけをきちんと説明することを実践すべきである。二つ目は、各人の能力を正確に評価し、その能力に見合った仕事の内容と量、および仕事時間と完成予定日を設定することである。特に、技術者が仕事開始後、仕様変更等が発生した場合、適切に仕事時間と完成予定日の変更を行わねばならない。ユーザーが工数、および納期の変更が困難な場合は、仕様の変更を受け付けられない決定を行うことも適切な仕事管理を行うには必要である。

#### B: 技術者の人的資源管理の改善

Aと同様に、日本の上記課題と強い関連性を持つのが、ソフトウェア技術者の能力開発の問題である。そこで、ソフトウェア技術者の2指標の改善のための能力開発施策として以下のものを提言する。一つは、納得性の高い能力・業績評価制度の構築とその適切な運用である。評価制度においては、長期的視点や苦情処理制度を盛り込むこと、運用においては、評価結果の丁寧な説明や苦情に対する誠実な対応に心がける必要がある。2点目は、多面性のある人材育成制度の構築とその積極的な運用である。まず多面性のある人材育成制度であるが、通常のOJTの実践と専門知識取得のためのOFJTにとどまらず、インフォーマルな雰囲気の中で、社内の多様な部門の技術者が交流し、情報交換ができる場の構築や、経験豊かな技術者が日々の業務に終われ若手の教育・指導ができなくなることを回避するために、就業時間内に一定時間を教育訓練用時間として、制度化することが考えられる。また、運用面では、前述した制度も含め、様々な教育訓練制度が実際に1人でも多くの技術者によって利用されるように、管理職から実践し、また、部下に利用を呼びかけることで、各職場において積極的な人材育成の雰囲気を醸成することが望まれる。

つぎに、政府に対する施策提案を示す。

#### C: 大学におけるソフトウェア人材教育に対する提言

分析結果から、日本においては、二つの指標すべて、つまりソフトウェア技術者の時間当たり給与と二つの心的生産性に対して、経営組織管理力および専門職力が統計的に有意にプラスの偏相関性を持つことが実証された。これらの能力は、体系的なソフトウェアに関する専門的知識の基礎や関連する広範な知識で構成される幅広い専門職力は、大学や大学院において習得することが効率的である。現状は、ソフトウェア技術者のキャリアは、3Kのイメージが強く、学生の間では人気のある学部、学科ではないが、既存の学部・学

科のカリキュラムの検討と改訂を通して、早くからソフトウェア開発の魅力を学生に伝えるような取り組みが臨まれる。さらに、社会人になった後も、ソフトウェア技術者が自己研さんを行いやすい社会教育制度として、夜間や週末を利用した大学や大学院のソフトウェア教育プログラムの開校支援も強く望まれる。

#### D: 専門職労働市場政策の提言

ソフトウェア技術者に関する専門職労働市場の発展を促進する政策が望ましい。ここで専門職労働市場とは、その対象が公的な資格の有無によって定義された専門職集団によって構成される労働市場であり、基本的な労働条件がその労働市場で決定されるものである。

そのような専門職労働市場の発展のためには、ソフトウェア技術者自身が、上述した三つの能力（専門職力、経営組織管理能力、基礎的思考力）を高め、より高い能力を必要とする仕事をこなせるようになり、その高い専門性が、雇用する側から見えるようにしなければならない。つまり、応募してきた技術者の能力コンテンツとそのコンテンツ別の水準を知ることができる仕組みが必要である。またプッシュ要因としては、転職希望者が上述した専門職労働市場に参入できる、能力、資格要件を満たせるような、教育訓練の機会を公的助成によって提供されなければならない。その一つの形が上述したCのような社会人を対象とする大学における教育プログラムの提供であるが、十分に高い専門性をすでに獲得しているソフトウェア技術者については、その能力を大学プログラム終了と同程度と公的に認知するための仕組みも必要となろう。

## 4. 考察

### 4.1 研究による効果や問題点等

第一の課題であった、労働条件の国際比較については、想定した5ヶ国の対象者に対してアンケートを実施でき、極めて示唆に富む比較データを収集することができ、日本の相対的な位置を明確に位置付けることができた。

しかし、客観的生産指標は、この概念に対応する個人に関するデータの収集が困難なため断念せざるをえなかったが、本研究のために新たに考案した心的生産性という主観的生産性評価で目標を達成することができたと考えている。

本研究の優位性は、一つには対象を具体的、限定的に特定した国際比較を行ったことにある。その結果、より実質的に同質内容の労働を行うソフトウェア技術者の労働条件と彼らの職務満足や主観的生産性について、日本の位置を世界の中で位置づけることができた。

### 4.2 研究成果の活用と今後の研究の進め方

研究としての最大の残された課題は、いかにして今回の研究の新規性をさらに発展させるか、にある。一つは、制約はあるものの、既存の客観的生産性指標との関係性を明らかにし、現在の主観的生産性指標の、代替指標としての有効性を検証することである。もう一つは、4要因モデルの妥当性の検証の深化である。今回モデルの検証に用いたデータは、2016年1月～5月、に収集された一時点のデータであったが、今後複数時点のデータが入手できれば、時間的に先行して起こった要因の変化の後に、指標の変化が発生したかどうかを検証できる。その意味で要因と指標の間の因果関係の有無について、より直接的な形での検討が可能となる。データ収集の困難度は高まるが、因果関係の解明に向けて努力し

たい。

客観的指標と主観的指標の関係性を明らかにするには、4.1でも指摘したとおり、比較対象の行う業務の多様性を如何に超えていけるかにかかっている。そのポイントは、まさに多様性のある指標の構築であろう。そのためにはソフトウェア開発の現場に降りて、多面的かつ正確な情報を多量に収集する必要がある。そのようなオンサイト研究を可能にするには、単に研究に理解ある特定企業の協力にとどまらない、産業全体としての、生産性研究の大切さの認識共有が必要である。そのためには、産業団体のみならず、行政からの強い支援が必須である。例えば、ソフトウェア生産性研究会等を産官学共同で立ち上げる等のリーダーシップと力強い支援を期待したい。また、因果関係の解明に関しても同様である。継続的な情報収集においても、現場の協力が必須である。そのような協力の実現に向けての産学官の連携の強化を要望するものである。

## 1. 研究の背景および目的

### 1.1 背景

日本のソフトウェア産業は生産性が低く、国際競争力がないと言われる。たしかに、ソフトウェアの貿易統計を見る限り、圧倒的な輸入超過である。また、日本のソフトウェア技術者は、国際的にも、国内の他職種と比較しても、労働時間が長いにも関わらず、低い処遇しか得ていない。例えば最近年の国際比較が可能な2005年のILO職種統計をみると、当時でも日本のプログラマーの給与は、購買力で評価するとアメリカのプログラマーの約半額、また、ドイツや韓国のプログラマーの給与は日本より約2割も高い水準である。さらに目を国内に向けると、他の専門職と比べてより低いことは言うに及ばず、多くの製造業ブルーカラー職と比べても優位性がない。さらに労働時間の長さを加味すると、能力の高い人材をソフトウェア産業に給与の点からも、労働時間の点からも引き付けることは困難である。また、これら労働条件の悪さを補うことが期待される、ICTと言う時代の先端を行く産業で働く事から得られる仕事満足感も、様々な指標によると近年低下している。このようなソフトウェア技術者を取り巻く逆境の中、これからの日本の産業の発展とより良い社会の実現に向けて改革を推進する基幹的人材であるソフトウェア技術者の高い生産性、また、その裏付けとしての高度な職業能力、そしてこれらの結果としての高い処遇、さらには彼ら／彼女らがこのような創造的な仕事を通して、仕事意欲と大きな満足を得ることなしには、日本の産業、そして日本社会の発展も望めない。

### 1.2 研究課題

本提案課題は以下の様に中長期の課題の中に位置づけることができる。

#### 1.2.1 中長期に取り組むべき研究の全体像

研究の基本的な方向性は、日本のソフトウェア産業で働く技術者の生産性と処遇、およびその規定メカニズムに関する正確な事実認識を行うこと、さらには他国の技術者との比較を通して日本のソフトウェア技術者の生産性と処遇の国際競争の視点からの評価を行い、その結果に基づくソフトウェア技術者に対する適切な政府の政策と企業の人的資源戦略の構築に資する研究を行うことである。

#### 1.2.2 中長期課題の中での本研究課題の位置づけ

しかし、現状はソフトウェア産業技術者の生産性と処遇について、国際比較可能な形に整理された生産性と処遇データの構築が行われていない。それ故に、現状では、日本のソフトウェア産業およびそのミクロの単位であるソフトウェア技術者の生産性と処遇について、客観性があり、かつ説得的なデータに基づく科学的評価ができていない。このことは同時に、日本のソフトウェア産業の今後の発展のための適切な施策、つまり産業横断的な施策と特定業態・製品に特化した施策を科学的根拠に基づき構築することができていないことを意味する。我々の研究は、この政策的要請に対して、必要とされるデータベースの構築、および政策構築に必要な理論と実証の両面で研究を進めることで、上記課題に答えるものである。

### 1.3 研究の意義

本研究は以下の意義を持つ。

国内外の多様なソフトウェア技術者の生産性を、技術者が働く組織と社会における評価を重視した指標によって、また、ソフトウェア技術者の労働条件を投入労働時間数や年収あるいは、時間給等の要素投入量の多様性を重視した指標まで、幅広い視点から評価することで、日本のソフトウェア技術者、さらにはソフトウェア企業の実態と労働条件を、多面的に比較可能な形で示す。この結果、日本のソフトウェア技術者およびソフトウェア企業の国際競争力の多様な側面を比較可能なデータによって示すことができる。このことは、現状のソフトウェア産業政策、ソフトウェア人材政策を評価し、より政策効果の高い政策構築に向けての重要な情報を提供することとなる。

本研究は、日本におけるソフトウェア技術者の処遇、労働条件と環境の現状について、世界の同じ職務に従事するソフトウェア技術者の処遇・労働環境と、包括的に比較する最初の研究であり、日本のみならず、国際比較調査の対象国にとっても、自国のソフトウェア技術者の処遇の実態を、国際的に比較評価でき、今後の個別企業の施策、および国の政策策定と実施に必要な情報を提供することができる。

今日までブラックボックスであった、ソフトウェア技術者の生産性の決定メカニズムに対する理解が深まることで、今後のソフトウェア産業の振興に向けて、今後はより実効性のある施策を策定することができる。同時に、ソフトウェア産業を担うソフトウェア技術者の養成において、その効率化がはかられ、また、技術者が自分自身の処遇がどのように決められており、その理由が何なのか等についての理解が深まることで、自身の処遇に対する納得性が高まり、長期的、将来的なソフトウェア産業の持続的成長に必要な人材の養成と確保がより容易となる。

## **2. 実施内容**

### **2.1 研究アプローチ**

#### **2.1.1 研究の全体像**

上で述べた研究課題の解決に向けて、本研究を以下の4項目で構成する。

- ① 文献調査およびプレヒアリングによるソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件に関する比較概念の検討と指標の選定
- ② ソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件決定に関する仮説と理論モデルの設定
- ③ 生産性と労働条件指標による国際比較と仮説検証に必要なデータ収集と収集データを用いての国際比較と仮説の検証
- ④ 仮説の検証結果に基づく、政策提言の作成。

以下、各項目について説明する。

#### **(1) 文献調査およびプレヒアリングによるソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件に関する比較概念の検討と指標の選定**

比較可能なソフトウェア技術者の生産性指標を構築するために、様々な業態のソフトウェア生産現場を訪問し、ヒアリング等のエスノグラフィカルな手法を用いて、生産性の把握の視点と客観指標の候補を抽出するために必要な質的情報（数量で表現できない情報）を収集する。同時に給与や労働時間等の労働条件、勤務形態や仕事の配分とその管理のされ方等の働き方、さらには、仕事、所属する組織、およびソフトウェア技術者という職業に対する感情等に関してもヒアリングを行う。また、先行研究文献を調査し、生産性指標と労働条件指標の候補抽出の参考にする。

続いて、先行研究文献のレビュー作業で得られた情報をもとに生産性と労働条件の指標候補を複数作成し、それら候補からプレヒアリングの中で得られた質的情報をもとに指標を選別する。

#### **(2) ソフトウェア技術者の生産性と処遇等労働条件決定に関する仮説と理論モデルの設定**

さらに先行研究文献の精査と国内外ヒアリングで得られた情報に基づき、ソフトウェア技術者の能力等の個人属性要因、職場環境要因、人的および生産管理の在り方、さらには産業構造や労働市場の特性等の外部環境要因の4要因に分類整理し、それらの各分類要因間の関係について、相互の関係の有無と相互作用の向き（プラス、あるいはマイナス効果）に関する仮説を包含する「ソフトウェア技術者の生産性と処遇の決定モデル」を構築する。

#### **(3) 生産性と労働条件指標による国際比較と仮説モデル検証に必要なデータ収集と収集データを用いての国際比較と仮説の検証**

上記生産性および労働条件指標作成に必要な情報や、モデルの他の要因情報を入手するためにアンケート票を作成し、このアンケートによってソフトウェア技術者からの回答を集める。それらの情報を用いて、両指標による国際比較と仮説モデルの妥当性に関する統計分析を行い、要因相互間の関係性、およびそれらの頑健性を検証する。

この検証作業を、質的+量的調査対象の日本を含む5ヶ国に対して実施し、日本のソフトウェア技術者に関する検証結果と比較可能な分析結果を日本以外の4ヶ国について得る。そして、これら日本および世界4ヶ国の生産性および労働条件の指標比較、および決定モデルの適合性結果を総合的に検討することで、日本のソフトウェア技術者の生産性と処遇水準の現状とそれらの決まり方の特徴(他国と比べた相違と類似)を明らかにする。

#### **(4) 国内企業に対する施策と日本政府に対する政策の提言**

上記の結果を精査することで、日本のソフトウェア技術者の生産性そして処遇改善に、効果的且つ効率的な要因を抽出し、企業および政府に対し、それら要因を促進する施策・政策を提言する。

#### **2.1.2 関連するこれまでの研究について**

研究責任者は、技術者一般を対象として、2007年より彼らの労働条件と働き方および職場環境調査を国際的に実施してきた。具体的には、科研基盤研究(A)「人と組織に着目したグローバル企業によるイノベーション創出の国際比較研究」、および私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「持続的イノベーションを可能とする人と組織の研究」である。今回のIPA研究は、その経験を基に、対象をソフトウェア技術者に特化した研究である。

まず科研基盤研究(A)「人と組織に着目したグローバル企業によるイノベーション創出の国際比較研究」においては、調査対象を電機、自動車、製薬バイオ産業のグローバル企業とし、企業レベル・職場管理職レベル・R&D技術者個人レベルの3層に対して立体的な調査を、国内R&D拠点のみならず中国、欧州およびアメリカのR&D拠点で行うことで、グローバル化するR&D活動を、研究開発活動を担う人材と組織に注目して、持続的イノベーション創出のメカニズムの解明を目指した。その結果、技術者の生産性に関する自己評価は、本人の能力、やる気、職場環境、仕事と能力の相性、所属する組織の経営特性に影響を受けるとともに、かれらの労働条件は、この生産性に関する自己評価に強く影響を受けることを確認した。

私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「持続的イノベーションを可能とする人と組織の研究」においては、イノベーションの「持続的創出」という点に焦点をあて、それを可能とする条件を、人と組織の観点から抽出することを目指した。この研究からは、人と組織の相互の補完性の重要性が明らかになった。具体的には、継続性を重視する組織においては、組織理念の継続性とその理念の具現化を担う人材の養成に適した組織特性を発展させており、そのような組織で養成された人材は、組織理念の継続性と組織特性の保持に高い優先性を置く傾向が見られた。

以上の先行研究の発展として、本研究の課題、目標および方法論が提案された。

#### **2.1.3 研究目標**

設定した四つの研究項目を達成するために、以下の研究目標を設定した。

##### **(1) 研究目標 1 a/ 生産性指標と労働条件指標の検討と選別**

生産性指標と労働条件指標の検討と選別は、本研究のコアである、これら指標による国

際比較の実施の前提である。そこで、比較可能なソフトウェア技術者の生産性指標と労働条件指標案を、代表的なソフトウェアプロダクト/サービスの制作と提供に従事するソフトウェア技術者について、具体的にはERPソフトウェア技術者と組込みソフトウェア技術者について複数作成し、それぞれのメリット、デメリットを明らかにし、相対的な評価を行い、その中から実証研究で用いる指標を決定する。

## **(2) 研究目標 1b/ 国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討 (1aの補完)**

この研究項目は、本研究がもっぱら個人あるいは企業を対象としてデータの収集と分析を行うことから、それら対象を取り巻く、重要な外部環境である、マクロな国レベルでの分析を行うことで、あとに続くマイクロ研究を補完する目的がある。

① レベルでのソフトウェア産業の位置づけを明らかにする。政府の取り組みの違いが、ソフトウェア製品の種類、開発方法、企業の競争戦略に与える影響について研究を進め、ソフトウェア立国への道程の違いを研究する。

②ソフトウェア産業の構造の特質を研究する。競争条件のあり方、教育を理解する。また、ソフトウェア技術者への社会的評価なども検討に加える。

③主たるソフトウェア企業の開発、製品、要員育成施策の研究を進め、その成果としての財務分析を可能な限り把握して、収益性、健全性の視点から評価を行う。

④前述の①～③の研究を踏まえて、ソフトウェア技術者の国別比較による特質を把握し、1aでの成果である生産性指標案の妥当性を検討する。

## **(3) 研究目標 2/ 国内及び海外 6ヶ国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状に関する情報収集**

本プレヒアリングは、次の研究目標である、モデル構築に対する大切なインプットの収集を目的とする。日本、および比較対象国であるアジア（中国、インド）、欧州（ドイツ、フランス、フィンランドまたはスウェーデン）およびアメリカの6ヶ国それぞれにおいて、ERP および組込みソフトウェアの生産に携わるソフトウェア企業に、プレヒアリングを実施し、ソフトウェア技術者の生産性と労働条件の現状を情報収集する。

## **(4) 研究目標 3/ 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築**

本研究目標は、本研究全体の中のもう一つのコアと位置づけられる。最終目標である、より生産的、創造的にソフトウェア技術者が働ける環境を知り、その改善に資する具体的な施策を提言するために必要な作業である。多様な要因の中で、何が、どのようにソフトウェア技術者の生産性にプラス、あるいはマイナスの影響を与えているか、そのことを理解することが、政策提言の前提である。そこで生産性については、ERP および組込みソフトウェア技術者双方に有効な指標を選択し、処遇等の労働条件については、金銭的処遇と組織内責任・権限等の非金銭的処遇の両者に配慮して決定モデルを構築する。

## **(5) 研究目標 4/ 国内個票データベースの構築**

我々がターゲットとするERP および組込みソフトウェア技術者について、その企業の規模や個人属性についても多様性のある対象者に対して、研究目標3/で作成した、生産性と



労働条件モデルの検証に必要な調査項目について、アンケートによってソフトウェア技術者の個票(個人)データを収集し、そのデータに基づきデータベースを作成する。

#### **(6) 研究目標 5 / 国際比較に用いる海外 4 ヶ国の個票データベースの構築**

今回の国際比較においては、そのソフトウェア市場の大きさと、そのソフトウェア産業の特徴を考慮し、多様性と網羅性のバランスから、比較対象国として、中国、アメリカ、ドイツ、そしてフランスを選択した。研究目標 3/で作成した、生産性と労働条件モデルの検証に必要な調査項目について、これら四つの比較対象国において個票データを収集し、データベースを構築する。

#### **(7) 研究目標 6 / 国内及び比較国個票データの統計分析**

統計分析は、主として二つの作業によって構成される。一つは選択した比較指標について、各国推計を行うこと、もう一つは、モデルのデータとの適合性の検証である。そこで研究目標 4/および 5/で作成したデータベースを用いて、国による生産性、および処遇等労働条件の決定について、統計的に有意な相関性を持つ規定要因の差異、およびそれら規定要因間の標準化係数の差異を比較することで、日本および比較国における生産性および処遇等の規定要因を抽出する。

#### **(8) 研究目標 7 / 国内及び海外 6 ヶ国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証**

研究目標 6 で行った分析は、あくまで統計的な分析であり、その結果得られた分析結果の解釈が必要である。例えばモデルの適合性は説明力の大きさのみならず、各変数のパラメーターの符号と大きさを比べ、そのような結果の解釈が必要である。そこで国内および海外 6 ヶ国の企業およびソフトウェア技術者に対し、生産性と労働条件の決定モデルの統計分析で抽出された規定要因とその相互関係に関する統計結果について、ヒアリングを行い、モデルの因果関係の検証を行う。

#### **(9) 研究目標 8 / ソフトウェア企業に対する生産性及び労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成**

本目標は、本研究の最終目的である。上記研究目標 7/の結果を受けて、日本のソフトウェア企業が取べきソフトウェア技術者に対する人的資源および生産管理施策、および政府が進めるべき産業政策、労働市場政策、公的職業訓練政策、さらには企業に対する社内教育施策に対する各種公的促進策についての提言を作成する。

## **2.2 研究の活動実績・経緯**

研究は以下の手順で進めた。

- 1a. 生産性指標と労働条件指標の検討と選別(2014年6月より2015年3月)
- 1b. 国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討(2015年7月より2016年4月)
2. 国内および海外6ヶ国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状の情報収集

(2014年7月より2015年10月)

3. 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築 (2015年4月より10月)
4. 国内個票データベース構築(2015年9月より2016年2月)
5. 海外4ヶ国個票データベースの構築(【2015年9月より2016年5月】)
6. 国内および比較国個票データの統計分析(2016年2月より2016年6月)
7. 国内および海外6ヶ国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証(2016年1月より7月)
8. ソフトウェア企業に対する生産性・労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成(2016年7月)

表2-1 実施状況一覧 (①: 2014年6月~2015年3月)

実施項目	2014年6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			2015年1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1a. 生産性指標と労働条件指標の検討と選別																														
(1) 先行研究文献調査	○								○																					
(2) 生産性／労働条件指標の検討と選別				○																									○	
1b. 国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討(1aの補完)																														
(1) 先行研究による確認・精査																														
(2) ヒアリングによる確認・精査																														
2. 国内及び海外6か国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状の情報収集																														
(1) 各国関係者に対する協力要請と相談										○		○																		
(2) プレヒアリング内容の検討				○																	○									
(3) プレヒアリング対象企業の選定				○																									○	
(4) 対象企業への依頼と了解取り付け							○																							
(5) 訪問ヒアリング									○																					
3. 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築																														
(1) 生産性変数の決定																														
(2) 労働条件変数の決定																														
(3) 説明変数の決定																														
4. 国内個票データベース構築																														
(1) アンケート項目の決定・調査票作成																														
(2) 被説明変数・説明変数データの収集																														
(3) データベースの構築																														
5. 海外4か国個票データベース構築																														
(1) アンケート項目の決定・調査票作成																														
(2) 被説明変数・説明変数データの収集																														
(3) データベースの構築																														
6. 国内及び海外6か国個票データの統計分析																														
(1) 回帰分析																														
(2) 回帰分析結果の国際比較検討																														
7. 国内及び海外6か国ヒアリングによるモデル検証																														
(1) ヒアリング対象企業の選定																														
(2) 対象企業への依頼と了解取り付け																														
(3) 訪問ヒアリング																														
(4) ヒアリング結果による総合的な検証																														
8. 企業施策と政府の政策への提言																														
(1) 日本のソフトウェア企業への提言																														
(2) 政府の政策に対する提言																														
9. 中間報告の準備																														
(第1回)																														
(第2回)																														
(第3回)																														
(第4回)																														
10. 最終成果のとりまとめ																														
(1) 成果報告書の構成案																														
(2) 成果概要プレゼン資料																														
(3) 成果報告書の作成																														
(4) 最終報告																														
11. 成果物の提出																														



表 2-1 実施状況一覧 (③ : 2016 年 4 月～2016 年 8 月)

実施項目	4月			5月			6月			7月			8月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1a. 生産性指標と労働条件指標の検討と選別 (1) 先行研究文献調査 (2) 生産性／労働条件指標の検討と選別															
1b. 国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討(1aの補充) (1) 先行研究による確認・精査 (2) ヒアリングによる確認・精査															
2. 国内及び海外6か国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状の情報収集 (1) 各国関係者に対する協力要請と相談 (2) プレヒアリング内容の検討 (3) プレヒアリング対象企業の選定 (4) 対象企業への依頼と了解取り付け (5) 訪問ヒアリング															
3. 生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築 (1) 生産性変数の決定 (2) 労働条件変数の決定 (3) 説明変数の決定															
4. 国内個票データベース構築 (1) アンケート項目の決定・調査票作成 (2) 被説明変数・説明変数データの収集 (3) データベースの構築															
5. 海外4か国個票データベース構築 (1) アンケート項目の決定・調査票作成 (2) 被説明変数・説明変数データの収集 (3) データベースの構築															
6. 国内及び海外個票データの統計分析 (1) 回帰分析 (2) 回帰分析結果の国際比較検討															
7. 国内及び海外6か国ヒアリングによるモデル検証 (1) ヒアリング対象企業の選定 (2) 対象企業への依頼と了解取り付け (3) 訪問ヒアリング (4) ヒアリング結果による総合的な検証															
8. 企業施策と政府の政策への提言 (1) 日本のソフトウェア企業への提言 (2) 政府の政策に対する提言															
9. 中間報告の準備 (第1回) (第2回) (第3回) (第4回)															
10. 最終成果のとりまとめ (1) 成果報告書の構成案 (2) 成果概要プレゼン資料 (3) 成果報告書の作成 (4) 最終報告															
11. 成果物の提出															

ほぼ毎月、研究メンバー全員参加の定例研究会を京都で開催した。それとは別に個人レベルの解析を担当する班，チームレベルの解析を担当する班，そして国レベルでの解析を担当する班を形成し，班ごとに，こちらもほぼ毎月，打ち合わせを行った。日本を含む5ヶ国すべてにおけるアンケートは，以下の外部機関によって実施した。

日本：全日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会

アメリカ：VizQuest Ventures

ドイツ：VDE（ドイツ電気・電子・情報技術協会），Elektronik Praxis, BITKOM

フランス：Enquete & Opinion

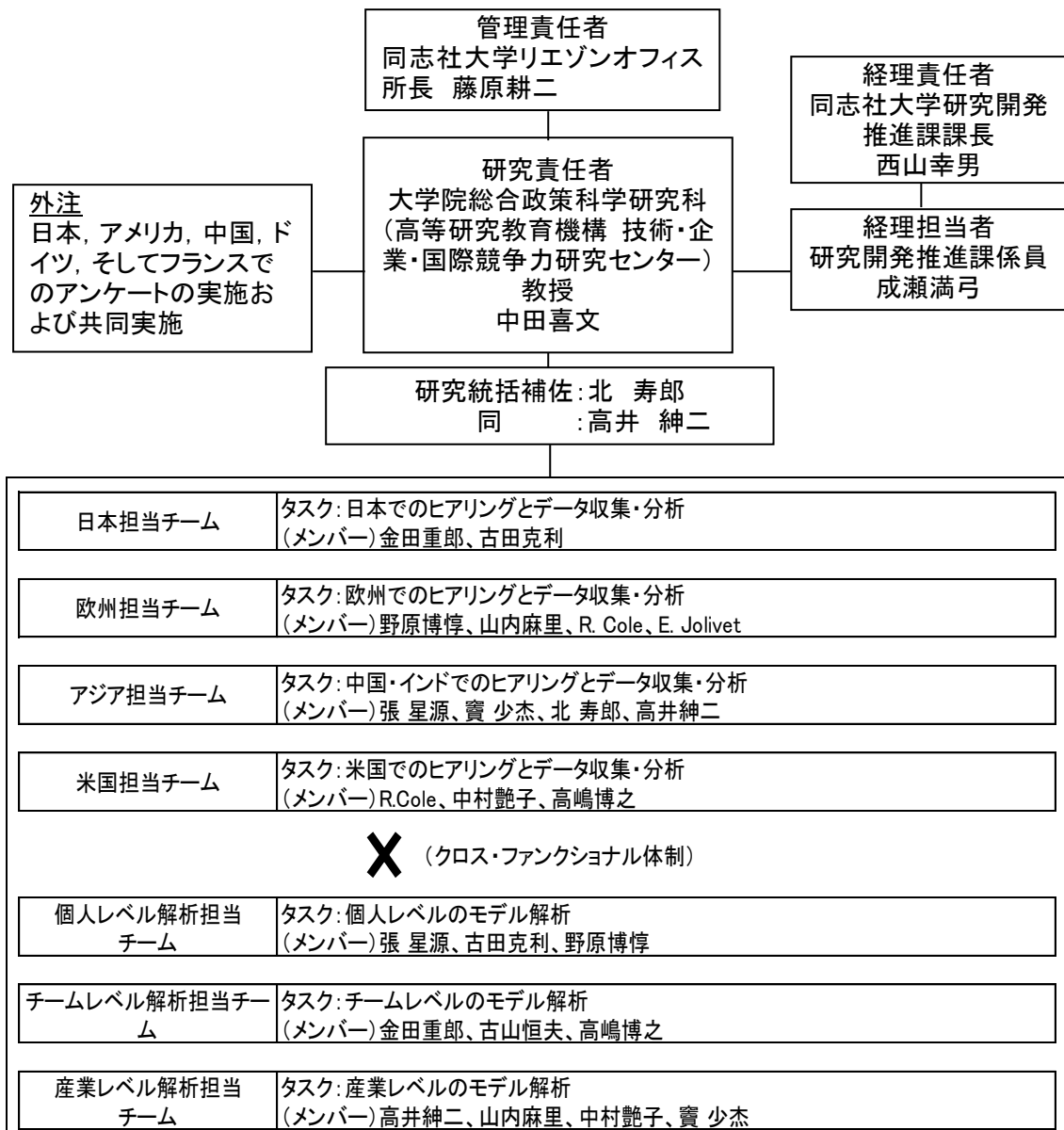
中国：上海堅堅情報技術有限公司

### 2.3 研究実施体制

中田を研究統括とし，14名の学内外の研究者（表 2-3-1 参照）が，4地域（日本，アジア，欧州，アメリカ）と三つのレベル（個人，チーム，産業）のそれぞれ一つを担当する形で，実施体制を構築した（表 2-2）。

表 2-2 研究実施体制

氏名	職種	担当内容
中田 喜文	同志社大学 教授 同志社大学 ITEC センター長	研究責任者 各国データ分析の総合
北 寿郎	同志社大学 教授 同志社大学 ITEC ディレクター	研究統括補佐 アジア（インド）担当
高井 紳二	同志社大学 教授 同志社大学 ITEC 兼担研究員	研究統括補佐 アジア（インド）担当 産業レベル解析担当
金田 重郎	同志社大学 教授 同志社大学 ITEC 兼担研究員	日本担当 チームレベル解析担当
中村 艶子	同志社大学 准教授 同志社大学 ITEC 兼担研究員	アメリカ担当 産業レベル解析担当
張 星源	同志社大学 ITEC 嘱託研究員，岡山 大学 教授	アジア（中国）担当 個人レベル解析担当
古田 克利	同志社大学 ITEC 嘱託研究員 関西外国語大学特任講師	日本担当 個人レベル解析担当
山内 麻理	同志社大学 ITEC 客員教授 同嘱託研究員	欧州担当 産業レベル解析担当
野原 博淳	同志社大学 ITEC 嘱託研究員 (仏) Aix=マルセイユ大学教授	欧州担当 個人レベル解析担当
竇 少杰	同志社大学 ITEC 嘱託研究員 立命館大学 助教	アジア（中国）担当 産業レベル解析担当
Robert Cole	同志社大学 ITEC 嘱託研究員 カリフォルニア大学名誉教授	アメリカ，欧州担当
高嶋 博之	同志社大学 ITEC 嘱託研究員，名 古屋大学 特任准教授	アメリカ担当 チームレベル解析担当
古山 恒夫	同志社大学 ITEC 嘱託研究員，東海 大学 客員教授	チームレベル解析担当
Eric Jolivet	同志社大学 ITEC 嘱託研究員 (仏) ツールーズ大学 准教授	欧州担当



(注) 欧州は、フランス、ドイツ、北欧(フィンランド、スウェーデン)が対象

図 2-1 全体実施体制図

### 3. 研究成果

#### 3.1a 研究目標 1a「生産性指標と労働条件指標の検討と選別」

##### 3.1a.1 当初の想定

###### (1) 研究内容

比較可能なソフトウェア技術者の生産性指標と労働条件指標案を，ERP および組込みソフトウェア技術者について複数作成し，それぞれのメリット，デメリットを明らかにし，相対的な評価を行い，その中から実証研究で用いる指標を決定する．本研究で，ソフトウェア技術者をERP および組込みソフトウェア技術者としたのは，一つには，対象を限定することで，比較分析を容易にすること，二つには，これら二つのタイプのソフトウェアが，日本の産業と社会にとって重要度の高いものであること，三つには，比較対象国でも，十分なアンケートのサンプルが確保できるだけの，対象国横断的に主要なタイプのソフトウェアであることに基づく．

###### (2) 想定課題と対応策

労働条件については，労働経済学には長年の研究蓄積があり，指標の選定については，それを参考にできるとの予想はあったものの，生産性については，状況が異なる．同様に経済学は長年各国の生産性，あるいは製造企業の実績については，古くから多くの世界的に知られた研究が多く，学会の意見についても，大筋では一致している．しかし，個人レベルにおいては，極めて共有された知見が少ない．それ故に，選定とその具体値の推定には，相当な困難が予想される．それ故に，既存のマクロレベルで蓄積された研究にとらわれることなく，柔軟な発想で解を探る必要があると考える．

##### 3.1a.2 研究プロセスと成果

###### (1) 研究プロセス

###### ① 先行研究文献調査

生産性指標と労働条件指標に関する内外の先行研究文献を検討する．とりわけ，2000年以降の論文に注目する．

###### ② 生産性指標・労働条件指標の検討と選別

文献研究の中で発見した候補を検討し，その中から今回の研究で用いる少数の候補を選定する．

###### (2) 具体的な研究成果の内容

###### ① 先行研究

まずは，ソフトウェア技術者の生産性に関する多数の先行研究を調査した．（表 3-1-1 はその抜粋）結論は，専門家の間で何が生産性指標として望ましいかの一致した意見は存在しない．しかし，複数の有力な指標について，それら共通にある限定された要因が，それぞれの生産性に対して影響を与えているとの見解が広く存在していることを確認した．それらの共通な要因とは，①経験，②専門知識・技術，③分析能力，④チームワーク，⑤チームサイズと構成，⑥プロジェクトマネジメント，⑦マネジャーの管理力，⑧教育訓練，⑨ソフトウェアのタイプ，⑩転職率等である．

表 3-1-1 先行研究文献リスト（一部抜粋）

著者	発表年	論文名	雑誌名等
Angkasaputra, N., Bella, F., Hartkopf, S.,	2005	Software Productivity Measurement – Shared Experience from Software-Intensive System Engineering Organizations.	IESE-Report
Levenson,Alec	2009	Measuring the Productivity of Software Development in a Globally Distributed Company	International Differences in the Business Practices and Productivity of Firms
Cain, B.G., Coplien, J.O., Harrison, N.B.,	1996	“Social patterns in productive software development organizations,”	Annals of Software Engineering
Carey, J.M., Kacmar, C.J.,	1997	“The impact of communication mode and task complexity on small group performance and member satisfaction,	Computer in Human Behaviour,
Cusumano,M., MacCormack, A., Kemere,C.F., Crandall,B	2003	“Software Development Worldwide: The State of the Practice ”	IEEE Software
DeMarco, Tom and Tim Lister,	1985	“Programmer performance and the effects of the workplace”	Proceedings of the 8th international conference on Software engineering,
Hai, Suan-Bok, Raman, K.S.,	2000	“Software engineering productivity measurement using function points: a case study,”	Journal of Information Technology Cases and Applications,
Krishnan, M.S.	1998	“The role of team factors in software cost and quality: an empirical analysis,”	Information Technology and People,
Kitchenham, B.A., Mendes, E.,	2004	“Software Productivity Measurement Using Multiple Size Measures,”	IEEE Transactions on Software Engineering
Prechelt, Lutz	2000	An empirical study of working speed differences between software engineers for various kind of task	IEEE software engineering
Rozum, James A. and William A. Florae	1995	A DoD Software Measurement Pilot: Applying the SEI Core Measures	Technical Report, Software Engineering Institute Carnegie Mellon University
Rodrgueza,D. , M.A. Siciliaa, E. Garcaa, R. Harrisonb	2011	Empirical Findings on Team Size and Productivity in Software Development	Journal of Systems and Software, Vol.85
Tsunoda, Masateru et all	2009	Software development productivity of Japanese enterprise applications	Information Technology and Management
Trendowicz,Adam Adam Adam and Jürgen Münch	2009	Factors Influencing Software Development Productivity –State of the Art and Industrial Experiences	Advances in Computers,Vol.77



これらの10要因をその内容からグループ分けすると、個人要因(①②③)、職場・チーム要因(④⑤)、マネジメント要因(⑥⑦⑧)、および外部環境要因(財市場、労働市場)である。この結果は、本研究の分析フレームワークの重要な参照項目となった。

## ② 生産性指標の検討と選別

以下の経緯と理由から心的生産性指標を選択した。

上記リストにその一部抜粋を示したが、ソフトウェア技術者の生産性指標について先行研究を探索した。その場合、ソフトウェア技術者個々人のレベルにおける生産性と彼らがソフトウェア開発を行うに当たって所属するチームレベルでの生産性の二つの場合を検討した。まず、個人レベルの生産性については、国内外の専門家へのプレヒアリングにおいて、国際比較可能な指標については、適切な指標の存在が確認できなかった。(詳細は、3.2を参照。)また、先行研究においても、ソフトウェア技術者の能力や資質、経験、知識等が各種プロジェクトチームレベルでの生産性に影響を与えるとの研究成果や、非常に限定された作業(tasks)に関するプログラマー間での作業スピードの差異に関する比較研究は多数確認できたが、技術者そのものを生産性比較の単位として、多様な作業を行う同質なソフトウェア技術者間の生産性比較に関する実証研究は見つけられなかった。他方、プロジェクト〈チーム〉レベルにおいては、コスト、工数、function point、作業時間等を用いた比較研究は多数確認できたが、そこでの結論から同質なソフトウェア技術者間での生産性比較を語るには、チームのアウトプットに対して、チームメンバーの貢献の在り方について、均等あるいは特定の比率を仮定する必要がある。合理的なチームメンバー間の貢献比が仮に推定できたとしても、その比率は特定のプロジェクトと特定のメンバー構成を前提とするもので、そのようにして得られた個人の生産性に関する推計も、結局特定の個人の生産性の指標には還元できないと結論された。それ故に、ソフトウェア技術者に関する生産性指標としては、代替的に心的生産性指標を提案することとした。心的生産性指標とは、ソフトウェア技術者が業務の遂行の結果感じる、業務を通してのソフトウェア制作に対する貢献度の評価および、その貢献の結果得られる精神的な満足度の指標である。このような心的生産性指標を用いることのメリットは、上述したチームレベルおよび個人レベルでの客観的生産性指標の持つデメリットがなく、何よりもソフトウェア技術者個人について、具体的なタスクに限定されない、日々行っているさまざまな職務を包含した職務全般に対する評価指標であり、その結果、個人間の比較が可能な指標である点がメリットである。また、これらの指標は、先に行った先行研究の探索でプロジェクトチームレベルでのさまざまな客観的生産性と強い相関をもっており、個別の客観的生産性指標との代替性があることが実証されている。以上の理由から、心的生産性指標として、一つはソフトウェア技術者本人が行った、自己の業務における生産性に関する主観的評価、二つ目は、ソフトウェア技術者の職務満足感を指標として選択した。

## ③ 労働条件指標の検討と選別

労働条件に関しては、個人レベルでの情報が豊富なため、プロジェクトチームレベルでの情報で代替することの検討は不要であった。そして労働条件指標としては、個々人のソ

ソフトウェア技術者の年収および年間総労働時間、時給および週実労働時間とした。この労働条件指標の選択に当たっては、労働経済学および人的資本論の分野での研究成果を参考に選択を行った。これらの両分野においては、労働サービスの供給を規定する変数としての労働条件については、時間当たりの報酬額との明確な意見の一致が 19 世紀末以来存在し、労働経済学の初歩的な教科書においても、明記されており、その点では、議論の余地はない。ただし、この理論的見解の一致を前提としても、実際の実証研究において具体的にどの様なデータに基づき、どのように時間当たりの報酬額を表現するかにおいては、さまざまな選択肢が存在する。まず報酬額として何を含めるかにおいても、所定内給与のみか、時間外割増給与を加えるか、さらには、ボーナスや一時金も含めるべきか。また、労働時間についても、観測単位を日とするか、週とするか、月とするか、さらには年とするかで大きな違いが生じる。本研究においては、原則職務に起因するすべての金銭的報酬の 2015 年一年間の総額とし、労働時間については、各国の国民の祝日や法定年間有給休暇日数の差異も考慮できる、超過労働を含めた年間の総労働時間とした。そして、時給を、上記年収を年間総労働時間で除した値とする。このように定義するメリットは、多くのソフトウェア技術者の場合収入、収入額の改定が年単位で行われること、また国によっては所定外給与やボーナス等の所定内給与以外の報酬が大きい場合があり、それを含めることで、その部分を含めた個人の総貢献に対する報酬額を把握することが可能となり、そのように定義された指標に高い包括性を持たせることができる点である。

#### ④ ISBSG データ分析

本プロジェクトの目的である技術者の客観的生産性の推計には利用できないが、より客観性のある指標の作成が可能で、プロジェクトレベルの生産性における日本の世界と比べた相対的位置についても、検討を行った。具体的には、世界のソフトウェアプロジェクトに関するケースのデータベースである ISBSG(The International Software Benchmarking Standards Group)リポジトリを用いて、このデータセットが持つ情報を最大限利用して、日本のプロジェクトレベルの生産性の国際比較を行った。詳細は、別添資料を参照いただくとして、結論は、心的生産性の結論と整合性のあるものであった。特に以下の点を指摘する。ISBSG ベンチマークデータは個別ソフトウェア開発プロジェクトをケースデータとして、国際的かつ多様な業種を網羅して収集する世界で唯一と考えられるデータであり、今回は我々が世界で初めて、いままで非公開であったケースの所属国情報を含めて分析を行った。概要を以下に示すが、詳細は Appendix 2 を参照いただきたい。

プロジェクト生産性を(工数/FP)で比較した結果を、下記表 1(新規開発の場合)と表 2(既存プログラムの改良開発の場合)に分けて示した。プロジェクト生産性を(工数/FP)で表したため、数値が大きいほど、生産性が低いことになる。また、ISBSG データには様々なデータの制約があったため、基本的には 2 国間で生産性比較を行い、そのような比較を様々な国の組み合わせに対して行い、それらの結果を集約し、対象国全体に関する順位表を作成した。また、各表の行は、プログラムがどの産業に属する企業に対して作成されたかを示す。例えば、表 3-1-2 の第一行は、銀行に対して作成されたプログラムの生産性比較の結果である。この行を見ると、左からフィンランド、インド、カナダ、日本、オランダ、イギリスと並んでいる。不等号、および等号記号から、フィンランドの工数/FP 値が、

これらの国の中で最も低く、イギリスの工数／FPが最も高いことがわかる。つまり、銀行を対象に新規に作られたプログラムにおいては、フィンランドの生産性が、これらの国々の中で最も高く、イギリスが最も低いことがわかる。

表 3-1-2、および表 3-1-3 を鳥瞰すると、結論として、新規開発、改良開発ともにフィンランドの生産性が比較国の中で最も高く、日本は中位に位置していることがわかる。

表 3-1-2 国別生産性の比較のまとめ（新規開発：10 プロジェクト以上）

銀行	フィンランド	≦	インド	≦	カナダ	≦	日本	=	オランダ	<	イギリス
保険	フィンランド	≦						オランダ			
通信							オーストラリア	=	オランダ		

表 3-1-3 国別生産性の比較のまとめ（改良開発：10 プロジェクト以上）

銀行	フィンランド	<		オランダ						
通信		インド	=	オランダ	≦		オーストラリア			
公務				デンマーク	=	オーストラリア	<	カナダ		
保険			アメリカ	<		イギリス	=	日本		

### 3.1a.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

上記②で説明したとおり、当初想定した、説得性のある国を超えたソフトウェア技術者の客観的生産性指標を選別できなかった。

#### (2) 今後の展望

今後の可能性としては二つの方向性がありうる。一つは、より同質性の高いプロジェクトに従事するソフトウェア技術者について国際比較を行うことである。そのことで、プロジェクトチーム単位で用いられる、工数／FP等の客観的指標を個別技術者について推計し、その数値で国際比較を行うことが可能となる。もう一つの方向性は、観察単位をプロジェクトチームとして、プロジェクトチーム構成の同質性の高いサンプルを採取し、国際比較を行うことである。ただし、どちらの方向性を志向する場合も、このようなサンプルの採集には、ソフトウェア制作者の研究に対する理解と協力が欠かせない。

### **3.1b 研究目標 1b「国等の上位概念でソフトウェア産業の国際競争力を検討」**

#### **3.1.1b 当初の想定**

##### **(1) 研究内容**

先述の 1a/の追加的研究として、企業、産業、さらには国レベルでのソフトウェア産業の特質を研究する。

#### **3.1b.2 研究プロセスと成果**

##### **(1) 研究プロセス**

- ① 国レベルでのソフトウェア産業に対する位置づけを理解する。政府の取り組みの違いが、ソフトウェア製品の種類、開発方法、企業の競争戦略に与える影響について研究を進め、ソフトウェア立国への道程の違いを研究する。
- ② ソフトウェア産業の構造の特質を研究する。競争条件のあり方、教育を理解する。また、ソフトウェア技術者への社会的評価なども検討に加える。
- ③ 主たるソフトウェア企業の開発、製品、要員育成施策の研究を進め、その成果としての財務状況を可能な限り把握して、収益性、健全性の視点から評価を行う。
- ④ 前述の①～③の研究を踏まえて、ソフトウェア技術者の国別比較による特質を把握し、1a/での成果である生産性指標案の妥当性を検討する。

##### **(2) 具体的な研究成果の内容**

###### **① ヒアリング**

2015年11月より2016年3月までの期間に対象とする6ヶ国（アメリカ、中国、ドイツ、フランス、フィンランド、インド）において、下記表のとおり、14回のヒアリングを行った。これらのヒアリングを通して、各国のソフトウェア産業の特色や、その背景となるソフトウェア技術者の育成の在り方や彼らの労働市場の特徴、さらには各国のソフトウェア産業振興に関する政策の現状に関する情報を収集した。これらの情報は、本プロジェクトで提案する生産性指標の各国で使用することの妥当性の検証にも用いた。

これらヒアリングで得られた情報は、Appendix 3の各国レポートに反映させたので、そちらを参照いただきたい。以下では、本ヒアリングの二つの主たる目的であった、各国ソフトウェア産業の特色と我々のソフトウェア技術者生産性指標の妥当性について、説明する。

表 3-1-4 ヒアリング一覧

	訪問日	訪問対象	訪問場所
1	2015年11月30日	A 大学コンピューター学部	Helsinki(フィンランド)
2	201年12月1日	B 専門雑誌社	Sindelfingen(ドイツ)
3	201年12月2日	C ソフトウェア研究所	Kaiserslautern(ドイツ)
4	201年12月3日	D テクノロジーコンサルティング社	Toulouse(フランス)
5	201年12月4日	E ソフトウェアベンチャー	Toulouse(フランス)
6	201年12月5日	F 科学技術大学	Darmstadt(ドイツ)
7	2015年12月15日	G 大学	Cambridge(アメリカ)
8	2015年12月16日	H 工科大学	Cambridge(アメリカ)
9	2015年12月18日	I 大学 a 学部	Berkeley(アメリカ)
10	2015年12月19日	I 大学 b 学部	Berkeley(アメリカ)
11	2016年2月25日	J 大学	青島(中国)
12	2016年2月26日	K 大学	青島(中国)
13	2016年3月30日	L 工科大学	Delhi(インド)
14	2016年3月31日	M 産業協会	Delhi(インド)

## ② 各国ソフトウェア産業の特色

今回のヒアリングで収集した情報とヒアリングの事前事後に別途収集した情報をもとに、各国のソフトウェア産業の特色は以下のようにまとめることが可能と考える。

### a. アメリカ

世界的大企業から零細新興企業まで多様性に富む。経営の意思決定は速く、リスクテイクの程度は高い。革新的。技術と人材のレベルは高く、労働市場は流動性が高い。

### b. 中国

大企業も存在するが中小規模の新興企業が中心。経営は市場適合的でリスクテイクの程度も高い。労働力は豊富だが、技術と人材の質はばらつきが大きい。労働市場は流動性が高い。

### c. ドイツ

SAPのような世界的企業も存在するが、組込み系を中心に中小規模企業が中心。経営は、全般的に保守的で堅実、リスクテイクの程度は低い。技術と人材レベルは高い。労働市場の流動性は高くない。

### d. フランス

世界的企業も存在するが、大半は国内、ないしはEU内でのビジネスが中心の中小零細規模。リスクテイクの程度は高くなく、意思決定も速くない。大手企業は、政府部門との関係が深く、社会システムや航空宇宙産業等の大型で複雑なシステム構築に秀でる。技術と

人材の質は高い。人材の流動性は高くない。

e. フィンランド

近年まではNokiaの存在が突出していたが、今は海外の大手企業が、フィンランドの高い質の人材と技術力を活用すべく、進出が活発。その結果、中小零細規模での起業率が高い。北欧の進んだ公共サービス部門に対応し、社会システム系で競争力が高い。経営は保守性と革新性の共存。労働力の国内新規供給力は低いが、技術力と同様、労働力の質は高い。ただし、労働市場の流動性は高くない。

f. インド

中小零細から世界的企業まで多様であるが、大半は中小零細規模。ビジネスモデルとしては、高賃金国からのoutsourcingビジネスが中心ではあるが、高付加価値ビジネスへの上昇力が高い。経営は、リスクテイクの程度も、市場機会に対する反応度もともに高い。毎年の新規労働力の参入量は大量。しかし、質においてはばらつきが大きい。

表 3-1-5 6ヶ国マクロ特性比較表

	産業構造	経営	人材
アメリカ	世界的大企業から零細新興ベンチャー企業まで多様性に富む。	革新的、リスクテイクの度合いは高い。	多様で豊富。労働市場の流動性も高い。
中国	大企業から零細新興企業と多様性に富むが、中心は中小規模。	ビジネス機会に対する高い反応力と高いリスクテイク性。	極めて豊富だが、質のばらつきは大きい。労働市場の流動性は高い。
ドイツ	世界的企業も存在するが、組込み系を中心に中小規模企業が中心。	一般的に保守的で堅実、リスクテイクの程度は低い。	毎年の新規参入は限定的ではあるが、質は全般に高い。
フランス	大半は国内、ないしはEU内でのビジネスが中心の中小零細規模。	リスクテイクの程度は高くなく、意思決定も速くない。	技術と人材の質は高い。人材の流動性は高くない。
フィンランド	海外の大手企業の進出が活発。その結果、中小零細規模での起業率が高い。	社会システム系で競争力が高い。経営は保守性と革新性の共存。	労働力の新規供給力は低いが、技術力と労働力の質は高い。労働力の流動性は低い。
インド	中小零細から世界的企業まで多様であるが、大半は中小零細規模。	経営は、リスクテイクの程度も、市場機会に対する反応度もともに高い。	毎年の新規労働力の参入量は大量。しかし、質においてはばらつきが大きい。

③ 生産性指標の妥当性

各国、各専門家の共通見解は、技術者の生産性指標の作成は困難とのことであった。その根拠は、1)環境への依存性が高いこと、具体的には働く場（ビジネスドメイン等の企業の経営要因、チームメンバーの構成と質等の職場要因、管理業務と専門業務のバランス等の職務要因）、2)ソフトウェアプロダクトの生産性が多面性（機能の質と量、操作容易性、

改訂容易性、コスト、信頼性等)をもつこと。例えば改訂容易性の重要性は、以下のとおりである。ソフトウェアは、ある期間にわたって利用され、多様なユーザーによってテイラーメイドされることが多い。そのため、プロダクトの書き換えや改良作業が多く、最初の制作者以外の技術者がその作業に当たる。その場合の改定者の生産性は、最初の制作者がどれだけ、そのような改定作業の容易さを考慮したかに依存する。すると、最初の制作者の生産性は、改定者の生産性にも依存することになる。

以上のような理由で、客観的な生産性指標作成の困難性の認識が共有される中で、われわれの提案した心的生産性指標については、実務家からも研究者からも好意的意見が多かった。実務家からは、心的生産性指標である主観的生产性評価、あるいは職務満足度が、彼らが個別技術者についての評価と高い相関がある点の指摘が複数あった。また、研究者からも我々の心的生産性指標の検討が、より広いソフトウェア生産性研究に有意義な貢献をすとの見解が示された。とりわけ、ソフトウェア生産性研究の世界的な拠点であるドイツフ라운ホッフアの Institute for Experimental Software Engineering で、Process Management 研究部門長の Dr. Jens Heidrich が我々の説明した指標に対して” Perceived Productivity” と表現し、高い評価を受けることができた。

### **3.1b.3 発生した課題および今後の展望**

#### **(1) 発生した課題**

インドおよびアメリカにおいて、実務家、企業人と面談する機会を作るのが、大変難しく、想定外の時間を消費したため、研究全体の進捗を遅らせる結果となった。

#### **(2) 今後の展望**

今回の各国でのヒアリングは、研究課題の目的からすると、極めて生産的であったが、各国産業と製品市場の変化のスピードの速さからすると、以上で総括した内容は、短期日で変わる可能性を持つ。また、課題で述べたように、国によっては、企業人、実務家へのコンタクトと面会の困難度が高かったため、極めて限定された数の実務家、企業人へのヒアリングとなったが、さらに探査のネットワークを広げることで、より多くのヒアリングを実施し、本レポートの結論の信頼性を高める必要がある。

## **3.2 研究目標 2 「国内及び海外 6 ヶ国プレヒアリングによる生産性と労働条件の現状に関する情報収集」**

### **3.2.1 当初の想定**

#### **(1) 研究内容**

日本、および比較対象国であるアジア（中国、インド）、欧州（ドイツ、フランス、北欧）およびアメリカの 6 ヶ国それぞれにおいて、二つの異なるプロダクト/サービスの生産に携わるソフトウェア企業に、プレヒアリングを実施した。このプレヒアリングを通して、次の研究目標であるソフトウェア技術者の生産性の決定メカニズムに関する理解を深めることをめざした。

#### **(2) 想定課題と対応策**

適切なヒアリング先の選定が課題であるが、本研究メンバーが直接コンタクトできる企業に留まらず、メンバーの知人、友人を経由した間接的コンタクトも最大限利用した。

### 3.2.2 研究プロセスと成果

#### (1) 研究プロセス

- ① プレヒアリング内容の検討
- ② プレヒアリング対象企業の選定
- ③ 対象企業への依頼と了解の取り付け
- ④ 訪問ヒアリング

研究準備で行う生産性指標の検討に関連する情報について、特に詳細に情報を収集する。

#### (2) 具体的な研究成果の内容

##### ① プレヒアリングの内容

表 3-2-1 のプレヒアリング先一覧にあるとおり、日本を含め世界7ヶ国、22社1研究所、1大学で、26名のソフトウェアの第一線の技術者、専門家、研究者から、以下の項目に関して意見を収集した。

- a ソフトウェア技術者の生産性のとらえ方
- b ソフトウェア技術者の生産性の決まり方、影響要因
- c ソフトウェア技術者の労働条件の現状
- d ソフトウェア技術者の労働条件の決まり方
- e その他のソフトウェア技術者に関する主要課題（あれば）

表 3-2-1 プレヒアリング先一覧

国	対象企業	対象者
日本	5社(ERP&組込み二次請け, ERP元請け, 組込み元請け, 組込み二次請け, 組込み二次請け)	6名(社長, 医療システム担当部長, 技術担当部長, 技術課長, 技術本部長, 技術統括)
中国	8社(ERP導入, 環境発電機器製造・組込みソフトウェア, 半導体製造設備製造・組込みソフトウェア, 光ファイバーの通信技術, 製造企業・組込みソフトウェア, 大手ハイテク企業, 組込みソフトウェア, ERP企業)	8名(海外事業部プロジェクトマネジャー, 副総監, チームリーダー, 人的資源管理副CEO, 会長秘書, 情報技術工程部長, 副社長, 営業部長)
インド	3社(総合ソフトウェア, ERPソフトウェア企業, 組込みソフトウェア企業)	3名(プログラムマネジャー, )
アメリカ	1社(大手ソフトウェア企業)	1名(組込み・ユーザビリティソフトウェアエンジニア)
ドイツ	3社(組込みソフトウェア関連専門出版社, ソフトウェア人材コンサルティング企業, 出版関連サポート企業)1研究所	4名(編集長, パートナー, プランナー, 研究部長)
フィンランド	1社(新興総合ソフトウェア企業)1大学	3名(プロジェクトマネジャー, 大学教授)
スウェーデン	1社(大手輸送用機械企業)	1名(経営企画執行役)



以下に労働条件、生産性、その他の順に国別に主要なヒアリング結果のポイントを説明する。

### ② 労働条件に関するプレヒアリング結果

労働条件の決まり方は、表 3-2-2 のとおり、国による差異が大きい。年功的な日本から、能力主義的・業績(チーム)主義的な中国、インド、そして成果主義的なアメリカと多様。労働条件の決まり方は、各国の文化や社会経済制度に依存する。外部労働市場が発達した、アメリカ、中国、インド等と、日本やフィンランドのような、仕事観や組織原理等の非市場要因が労働条件決定の主たる国の差異が存在する。ただし、各国共通に、個人の能力や経験が、労働条件決定の重要要素である。

表 3-2-2 プレヒアリング結果概要(労働条件)

国	労働条件に関するポイント
日本	決まり方において、特に成果物が見えにくいことへの配慮がない。他の職種と同様な評価方法(職能と年功)で決まる。その為、結果としての労働条件で不利益。
中国	私企業では、技能と経験、および個人ないしはチームの業績評価で決まる。
インド	欧米日本と較べ半分以下であったが、技術者需要の高まりを背景に、急速に市場賃金を押し上げ、キャッチアップしている。能力に応じた給与が原則。
アメリカ	職務区分に基づき、労働市場の規制力を背景に成果主義的労働条件の決定。
ドイツ	製品タイプ別に、外部労働市場が発達し、市場賃金となっている。
フィンランド	多様なステークホルダーによる多面的な業績評価に基づく労働条件の決定。良好なワークライフバランス。
スウェーデン	保守的なモノづくり企業の理念に基づく、ハード技術者を想定した労働条件決定

### ③ 生産性に関するプレヒアリングの結果

各国共通に、ソフトウェア技術者個人のレベルでの生産性把握は、困難との認識がある。

むしろ、多くの国で共通に使われるのは制作するプロダクトに対応したプロジェクトチーム単位での生産性の把握である。その場合、チームメンバーの構成、チームワーク、マネジメント、ツール等がチーム生産性に影響を与えられている。例外はフィンランドで、技術者本人を含めた多様な関係者の評価の総体として定義されていた。その意味でいえば、われわれが提案する主観的生産性指標(後述)は、フィンランドの多様な評価者が、本人のみに評価者を限定した、特殊ケースとも考えられる。ドイツの研究者からも、本人の生産性評価が、妥当性を持つと、高く評価された。

表 3-2-3 プレヒアリング結果概要（生産性）

国	生産性に関するポイント
日本	元請けも下請けもともに個人レベルの生産性指標を語れない。特殊なプロダクトに特化した社内の技術者間ですら、共通尺度がない。ただし、スキルと新たな技術を習得する力が生産性に関係する。
中国	生産性は技術者個人レベルでは見ず、プロダクトを制作するチーム単位で評価する。
インド	生産性は技術者個人では見ず、プロジェクト単位で、製造コストとして把握する。技術者のモチベーション水準が大切。
アメリカ	生産性の観察単位は製品(チーム)。価値創造の基本は、市場の評価。チーム生産性に影響を与えるのは、メンバーの能力、チームワーク、ツール。
ドイツ	個人レベルでの客観的な生産性指標に関する合意は存在しない。心的生産性指標は有力な代替案。
フィンランド	本人、上司、同僚、顧客を含めた多様な関係者の評価の総体としての個人の生産性
スウェーデン	個人の生産性は把握困難。

④ その他のポイント

他国と比べた日本の特徴は、ソフトウェア技術者が、高い評価を受けるには、技術者が持つソフトウェア技術の内容や水準を高めるのではなく、組織をまとめ、率いる管理職としての能力を高めることにある。他方、他国においては、ソフトウェア技術力、創造性や起業力等の個人の専門的能力が評価されている。つまり、ソフトウェア技術者は、日本の中でそのアイデンティティが薄いと言える。

表 3-2-4 プレヒアリング結果概要（その他）

国	その他のポイント
日本	モチベーションが大切. ソフトウェア技術者としての専門性より, 他のメンバーと協調し, 組織を管理できる人材が重んじられる.
中国	チーム生産性には, チームワーク, メンバー構成と能力, プロジェクトマネジメント, 教育訓練等が効果を持つ.
インド	極めて高い能力を持つソフトウェア技術者が毎年大量に供給され, それでもまだIIT(Indian Institute of Technology)の数が増え続けることでインドの競争力を高める.
アメリカ	価値創造における市場で評価される新製品の大切さ. つまり, 技術者の創造性の高さが最も大切.
ドイツ	外部労働市場を用いた人材の能力と仕事のマッチングを通して高い生産性が達成される.
フィンランド	マクロでみると, 労働力が適職場へ移動すること, 特に起業というオプションが有効に利用されることが大切.
スウェーデン	個人の生産性にとって, それぞれの個人にあった, 個人の創造性を発揮できる仕事を与えることが大切.

### 3.2.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

各国でのプレヒアリングの対象者の選定とアポ取りが, 特にインドやアメリカにおいて, 当初想定していたよりはるかに困難であった. その結果, 対象者の数が十分確保できなかったため, 各国を代表するに十分な意見となっていない可能性がある.

#### (2) 今後の展望

比較対象国において, プレヒアリングの対象者を大幅に増やすためには, 余裕のある研究計画に基づき, 現地協力者との協力関係を改善する必要がある. ヒアリングを通しての質的データの収集においては, ヒアリング目的に合致した対象者とその対象者の代表性が大切である. 単に対象者を増やすのではなく, 少数であっても上記条件に合致した対象者の選定を行う必要がある.

## 3.3 研究目標3「生産性と処遇等労働条件決定モデルの構築」

### 3.3.1 当初の想定

#### (1) 研究内容

研究目標 1 a/および 2/の成果に基づいて生産性と処遇等労働条件決定モデルを構築する.

まず, モデルの第一の被説明変数である生産性変数については, 研究目標 1a および 2 の成果としてモデルの被説明変数となる候補が抽出されているので, その中から, モデルに最も相応しい候補を被説明変数として, それを上手く説明できる説明変数群を選択する作業となる. 処遇等の労働条件についても同様で, すでに選択された, 年収, 労働時間両者

の比率である時間給を被説明変数として処遇等労働条件決定モデルを作成する。また、選択された被説明変数に対して、説明変数候補を決定する。

## (2) 想定される課題と対応策

それぞれの国で行うヒアリング、および先行研究の結果から、国によって生産性と処遇等労働条件の決定モデルが、異なる可能性が高いと判断される場合である。この場合は、統一的に検証されるモデルには、各国のモデルの説明変数を網羅した形にし、各国の差異の有無とその在り様は、データに語らせることになる。

### 3.3.2 研究プロセスと成果

#### (1) 研究プロセス

##### ① 生産性変数の決定

モデルの第一の被説明変数である生産性変数については、研究目標2で収集した情報を用いて、研究目標1aで選定した指標候補の中から最適と判断される指標を決定する。

##### ② 労働条件変数の決定

処遇等の労働条件については、年収、労働時間、および両者の比である時間給を労働条件変数として作成する。また、それぞれの被説明変数に対して、説明変数候補を決定する。

##### ③ 説明変数の決定

説明変数としては、1) 性、年齢、能力、あるいはキャリア観等、個人の属性に関する項目群(要因)、2) チームワークの状況や上司との関係等の職場環境に関する項目群(要因)、および3) 上司の行うマネジメントや組織の人的資源管理の仕方等のマネジメント要因、そして4) 組織を取り巻く外部環境である労働市場の状況や組織が市場に出す商品やサービスの市場環境、あるいは、当該組織が所属する産業の構造等の要因に関する項目を中心に研究チームで検討し、それぞれの被説明変数に対する説明変数候補を決定する。

#### (2) 具体的な研究成果の内容

ここでのモデル構築とは、ソフトウェア技術者の生産性と労働条件における個人間の差異が、どのような要因によって影響を受けているのかを、因果関係を含めて、概念的に表現することである。ここでは、生産性、および労働条件が、個人間で異なる値をとることから変数と定義し、生産性と労働条件のばらつきが、各種要因によって説明されることから、被説明変数と呼ぶ。説明する要因は、同じロジックから説明変数と呼ぶ。そして、これら三つの変数間の因果の関係を概念的に表現したものを、生産性、および労働条件モデルと呼ぶことにする。

##### ① 生産性変数の決定

生産性変数の選択は、前述した先行研究の検討、およびプレヒアリングで収集した情報を最大限利用して行った。その情報内容とは、以下の2点に要約できる。一つめは、生産性はソフトウェアプロダクトの生産を単位としてなら計測可能だが、技術者個人の単位で

は、客観的生産性の計測は行われていないし、可能とも思われていないことである。二つめは、技術者の単位で見たとき、主観的な仕事の達成度評価や組織目標に対する貢献度、言い換えれば心的な生産性指標が、マネジメントにとっても、また技術者本人にとっても客観的指標に代替する大切な指標とみなされていることである。これらを考慮して、我々の分析においても、本研究の目的がソフトウェア技術者に着目した生産性のメカニズム検討であることから、後者の技術者による心的生産性指標を生産性分析の対象に選択した。

次に、より具体的にそれをどのようなアンケート等で収集可能なデータで定義するかを検討した。様々な組織心理や人的資源管理に関するアンケートで用いられた質問項目を検討し、概念的には二つの項目を心的生産性指標とすることに決定した。一つは、自分自身の行う業務の遂行がどれほどの価値を生み出すと考えるかの評価値である。質問項目に置き換えると、期待される成果を出せているか、成果が組織にとって価値があるか、さらにはその価値は社会的にも評価されるか、これら三つの次元での価値創出に関する主観的な評価を総合し、主観的生産性指標（変数）と定義した。もう一つは、そのような価値を生む職務そのものに対する各人の評価である。そのような仕事を面白いと感じているか、自分に合っているか、報酬や地位に納得しているか、等の評価である。これらの項目をまとめ、職務満足度（変数）と定義した。

## ② 労働条件変数の決定

生産性変数の選択と同様に、前述した先行研究の検討、およびプレヒアリングで収集した情報を最大限利用して労働条件変数の決定を行った。生産性変数の場合との大きな違いは、先行研究、プレヒアリング共に、意見が一つの方向に集約された点である。その集約された意見とは、年収を年間労働時間で除した時間当たりの収入額（時間給、時間当たり収入）を労働条件変数として選択するのが適当である、との内容であった。研究メンバーも、この意見に賛同した。ただし、研究チーム内の議論の中で、国によって何が最も大切な労働条件とみなされるかについては、文化的な差異がある点が指摘され（例えば労働条件として、総収入額の多さ、あるいは労働時間の短さがどれほど大切かについての意見において、国別の差異が存在すること）、別途、参考労働条件情報として、年収、あるいは労働時間の個人間、あるいは国との間の差異についても、分析をすべきとの意見が出された。それを反映して、以下の分析においても、年収額および労働時間の差異についても可能な限り分析を行うことが合意された。

次に具体的にそれらの三つの変数、年収、年間労働時間、そしてこれら二つの変数の比率である時間当たり収入をどのように定義するかにおいて、以下の二点を合意した。第一点は年収については、包括的な年収概念を用いること。これは国により、産業により、また組織内の立場により、年収を構成する項目とその比率が異なるためである。具体的には、毎月固定的に払われる部分に加え、超勤手当や役職手当、さらにはボーナス等の成果配分的な給与部分も加えた。第二点は、労働時間においても、収入が包括的であることに対応させて包括的な概念とすることを決定した。労働契約あるいは労働協約で合意した所定内の労働時間に加え、超過勤務時間、あるいは、休日や祝日等の特別な日における出勤（労働）を含めた年間の総労働時間とした。

### ③ 説明変数の決定

説明変数についても、生産性変数、および労働条件変数の場合と同様、研究チーム全体で、研究目標 1a で検討した先行研究の知見と、研究目標 2 で収集した情報と意見を考慮して議論し、大きくは 1) 性、年齢、能力等の個人要因、2) チームワークや職場風土等の職場環境に係る要因、3) 所属する組織のマネジメントに係る要因、そして 4) 組織を取り巻く外部環境に関する要因の 4 要因とすることに決定した。それぞれの要因についても、次のように意見を集約した。

- 1) の個人の変数については、性、年齢等の個人のバイオロジカルな特性に加え、本人の選択の結果、現在の個人の属性となっている項目、例えば学歴、現職での経験年数、さらには個人が学習や経験を経て習得した能力、知識、技術等も含める。
- 2) の職場環境については、チームワーク等の職場の同僚、上司との関係性、話易い風通しの良い職場等の職場風土・職場文化を変数と含める。
- 3) 組織のマネジメントについては、上司による生産（仕事）管理の仕方とよし悪し、組織の人的資源管理の実態等を変数に含める。
- 4) 組織を取り巻く外部環境としては、ソフトウェア技術者の組織間の移動環境である外部労働市場の状況、作成され販売されるソフトウェアプロダクトの市場状況、さらには組織が所属する産業の特性等を含めることとした。

これらの変数間の関係を、図 3-2-1 に示すように説明変数を構成する 4 要因と二つの被説明変数の関係として表現した。青字で記載している二つの箱が、我々のモデルの被説明変数である。一つが、技術者の心的生産性指標（変数）。もう一つは労働条件指標（変数）である。これら二つの指標を囲む形で、説明変数全体を構成する四つの説明変数群（個人要因、職場環境要因、マネジメント要因、と外部環境要因）を配置している。これら 4 要因から二つの被説明変数を構成する心的生産性指標と労働条件指標に向けて矢印が記されている。これは、この方向に因果の関係があり、四つの説明変数要因すべてが、二つの被説明変数に直接的に影響を与えていることを示している。つまり、これら説明変数要因が今、変化すると、その結果として、二つの被説明変数が同時的に変化することを、表現している。（同時的因果関係）また、二つの被説明変数間にも、幅が細く、色の濃い矢印が双方向に記載されている。これは、時差を伴う因果関係を示す。つまり、もし今どちらかの被説明変数に変化すると、将来他方の被説明変数に変化することを表す。（時差を伴う因果関係）これら二つの因果関係の違いは、原因側の変数の変化が、どれほど早く、結果側の変数に影響を与えるかの違いに関する我々の考え方を表している。我々は、四つの説明変数要因、例えば個人の能力、あるいは職場環境等、の変化は、心的生産性や労働条件を同時的に変化させるが、心的生産性の変化が、収入や労働時間をすぐには変化させる力を持たないと考える。しかし、心的生産性が上昇することは、様々な形で物的生産性の上昇につながり、そのような上昇が一時のことではなく、継続すれば、蓄積された生産性上昇の一部は技術者に労働条件の改善という形で還元されると考える。労働条件から心的生産性への時差を伴う因果の矢印も同様で、労働条件の一時だけでない継続的な改善は、技術者の生活の質を改善し、雇用者に対する信頼も高め、ひいては専門知識に対する自己教育も

高まり、将来的には、生産性も職務満足も高まると考えられる。

同様な時差を伴う双方向の因果の関係が、心的生産性とプロジェクト生産性の間に存在すると考え、心的生産性とプロジェクト生産性の間に、幅の細い赤色の双方向の矢印を記入した。

説明変数を構成する4要因変数の箱の中の項目は、各要因の候補と我々が考える具体的な項目(変数)である。

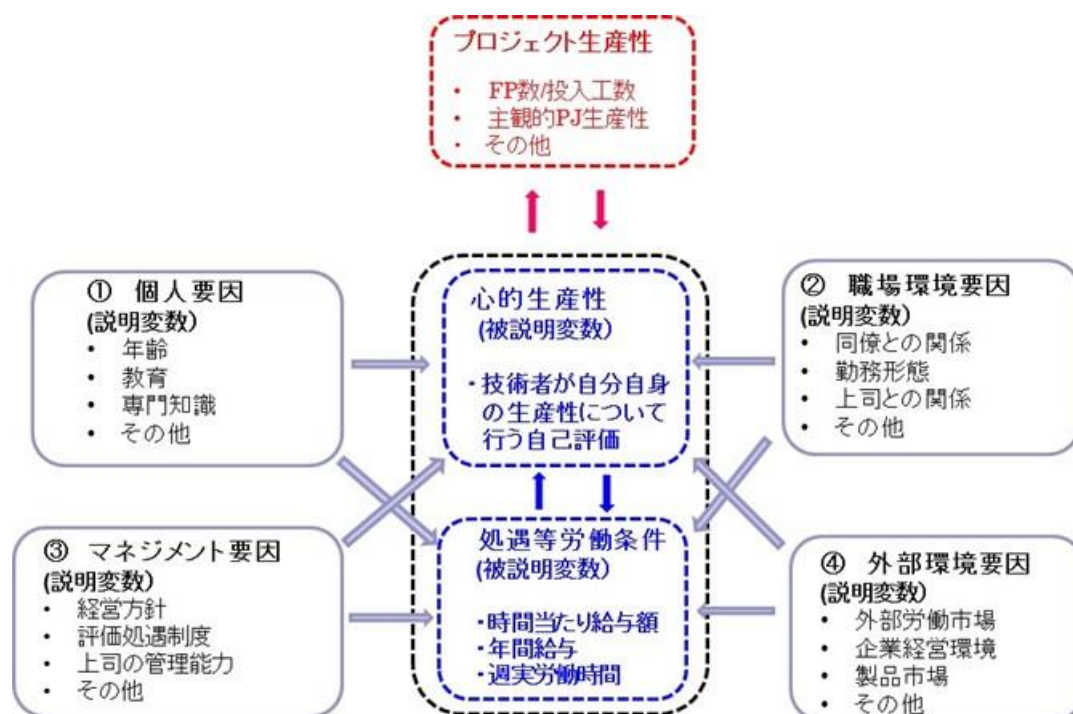


図 3-2-1 4 要因ソフトウェア技術者生産性・労働条件モデル

### 3.3.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

3.1a で説明したが、当初想定した客観的生产性指標を定義できないことを発見し、代替的な指標の選択が必要となった。

#### (2) 今後の展望

以上は、技術者の心的生産性と労働条件の決まり方に関する、我々の考える仮説を、変数間の関係として表現したものであり、この全体が、技術者生産性、労働条件決定モデルである。それ故に、現実のデータによる、これらの因果関係の存在の有無について、研究の次の段階として検証される。その結果は、モデルの妥当性の判断と改善に用いることが予定される。

### 3.4 研究目標4「国内個票データベースの構築」

#### 3.4.1 当初の想定

##### (1) 研究内容

研究目標3で作成した、生産性と労働条件モデルの検証に必要なモデルの被説明変数と説明変数について、対象プロダクトを生産する国内のソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関する個票データをアンケート調査によって収集し、そのように収集されたデータに基づきデータベースを作成する。

#### 3.4.2 研究プロセスと成果

##### (1) 研究プロセス

###### ① アンケート調査項目の決定

「生産性と処遇等労働条件決定モデル」をアンケート調査項目に落とし込む

###### ② 調査票作成

①で決定した調査項目を、調査票の質問に書き換え、調査票を作成する。

###### ③ 被説明変数データの収集

まず、研究目標3/で作成した、生産性と労働条件モデルの検証に必要なモデルの被説明変数について、アンケートによって対象プロダクトを生産する国内のソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関する個票データをアンケート調査によって収集する。

###### ④ 説明変数データの収集

同様に、説明変数について、対象プロダクトの生産に従事する国内のソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関するデータを、アンケート調査によって収集する。

###### ⑤ データベースの構築

③、④で収集されたデータをオブザベーション毎に統合し、データベースを構築する。なお、オブザベーションの数については、それぞれの対象プロダクト毎に100をミニマム目標とする。

##### (2) 具体的な研究成果の内容

###### ① アンケート調査票の検討

ここでは、前節で提示したソフトウェア技術者生産性・労働条件4要因モデルの検証とモデルの二つの被説明変数である心的生産性指標と労働条件指標の推計に必要なデータ収集に用いるアンケート票を作成した。

そのため必要となるデータは、以下の6グループとなる。

<被説明変数>

###### A: 労働条件指標作成に必要なデータ

収入データ、労働時間データである。具体的には、a) 2014年の税込年収、b) ふだんの1ヵ月の時間外労働時間（時間外手当が支払われなかった時間を含む実際の時間外労働時間数）、専門業務型裁量労働、あるいは企画業務型裁量労働の場合は、所定労働時間を超える時間数である。

###### B: 心的生産性指標作成に必要なデータ

職務達成とその価値に関するデータ（主観的生産性指標）、と職務満足に関連するデ



ータ（職務満足度）である。主観的生産性指標については、1)能力発揮度、2)担当職務での期待成果の実現、3)仕事の社会貢献度、職務満足度については、1)職場の仲間、2)仕事の面白さ、3)納得できる報酬と地位、4)仕事満足度、5)仕事とのマッチング、6)仕事の重要性、である。

#### <説明変数>

##### C:個人要因変数作成に必要なデータ

個人属性に関するデータ、教育・能力に関するデータ、職務とキャリアに関するデータの3タイプのデータである。具体的には、性別、年齢、学歴、自己の能力に関する自己評価（専門知識、論理的・体系的思考能力、発想力、問題点の把握力、コミュニケーション力、挑戦意欲、責任感、経済観念、リーダーシップ、協調性、管理能力、能力限界感、専門性に対する自信）、キャリア意識（専門職への拘り、管理職への拘り、転職意識、会社観）と仕事と能力とのマッチングに関する情報である。

##### D:職場環境要因変数作成に必要なデータ

同僚・上司との関係に関するデータ、および職場の風土・文化に関するデータである。同僚との関係では、1)仕事で困った時など、気軽に相談できるか、あるいは、2)仕事や研究に関して議論できるか等である。上司については、3)自分の目標にしているか、4)部下の努力や苦勞した点をよくわかってくれるか、あるいは、5)部下の仕事の指導や能力開発に熱心かどうか等、職場の風土・文化については、6)失敗やリスクを恐れず、新しいことに挑戦できるか、7)個人の発想に基づいたテーマについて、就業時間内に作業することが黙認されているか等、について尋ねる。

##### E:マネジメント要因変数作成に必要なデータ

仕事管理に関するデータ、経営理念と戦略に関するデータ、人的資源管理に関するデータの三つである。仕事管理に関しては、8)事業計画の中で自分の仕事の位置づけ、あるいは9)時間に追われて納得できる仕事ができないことはないか等である。経営理念と戦略等の経営意思の伝達では、10)全社経営方針に関する説明を受ける機会があるか、あるいは11)(担当職務が)全社経営方針の中で成長事業として位置づけられている等である。人的資源管理に関しては、評価処遇制度について、12)評価結果の本人への説明はきちんと行われているか、13)自分の能力評価結果に納得しているか、14)評価結果に対する苦情対応が行われているか等について尋ねる。能力開発・人材育成に関しては、15)会社は従業員に対する能力開発に積極的である、16)職場に人を育成する雰囲気はなくなっている、等について尋ねる。

##### F:外部環境要因変数作成に必要なデータ

基本的には、職種労働市場に関するデータ、と製品市場に関するデータである。職種労働市場に関するデータとしては、具体的に日々の業務遂行において、どのようなソフトウェアの技術がどのような比重で使用されているかを尋ね、回答者の実質的な職種を明らかにし、製品市場については、現在の主な担当製品について、選択肢の中から選ばせる形で情報を収集する。

これらのデータを収集するために日本でのアンケート共同実施者の電機連合と協議しながら、上記AからFで列挙したデータに対応する具体的な質問を作成した。具体的な設

問は Appendix1 を参照いただきたい。

これら 6 グループの質問を、大きくは、個人属性、労働条件、心的生産性、職場環境、マネジメント、そして外部環境に関する質問の流れで質問票に配置した。なお、質問票は技術者一般（非管理職）と技術部門管理者用に分けて作成した。これは、この後の②でも説明するとおり、アンケートの実施において電機連合と共同で行ったためである。電機連合は労働組合であるため、組織員は被管理職のみで構成される。しかし、日本の多くの企業においては、管理職は中高年に集中するため、多様なキャリアステージに属するソフトウェア技術者から回答を得るためには、管理職に就くソフトウェア技術者もアンケート対象にする必要がある。しかし、彼ら管理職を対象にアンケートを行うには、別途各企業の人事責任部門の承認が必要となる。そのためには、回答者の経営管理上の立場を考慮した質問項目、および文言に変更し、別途質問票を作成する必要があったためである。

また、本研究ではソフトウェア技術者を ERP ソフトウェア技術者、組込みソフトウェア技術者、その他のソフトウェア技術者と分類して調査する。これは一つには、対象を限定することで、比較分析を容易にすること、二つには、これら二つのタイプのソフトウェアが、日本の産業と社会にとって重要度の高いものであること、三つには、比較対象国でも、十分なアンケートのサンプルが確保できるだけの、対象国横断的に主要なタイプのソフトウェアであることに基づく。

## ② アンケートの実施と結果

このアンケート調査は、上述したように電機連合との共同実施の形で行った。電機連合（日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会）は名前のとおり、電機機械、電子機械、および情報関連産業の企業で働く人たちのための労働組合である。ソフトウェア産業のハード面とソフト面の両面を支える企業の労働組合が構成員となっている。それ故に、今回のターゲットである、ERP および組込みソフトウェア技術者の両方が働く企業を含む労働組合の全国組織である。我々の対象とするソフトウェア技術者の多数が、加盟企業で働いており、電機連合の政策課題である技術者の生産性と労働条件の改善と我々の問題意識が共通することから、調査のパートナーとして適切な団体であると判断した。また、電機連合は、長期にわたり、加盟組合員の働き方と生きがいに関するアンケートを継続的に行っている。その中でも、2007年12月から2008年1月にかけて行った技術者調査は、対象がソフトウェア技術者に限定されない、技術者全般に対するアンケート調査ではあるが、問題意識と具体的な質問項目で我々のソフトウェア技術者調査と多くの共通性がある。それゆえに、電機連合にとっても我々にとっても、今回の調査を行うことで、2007-8年調査と様々な形の時系列比較の可能性が生まれる。このため、共同実施において、対象は、我々のターゲットである ERP および組込みソフトウェア技術者を含めたソフトウェア技術者以外の技術者も調査に含めて、アンケートを実施した。また、今回のアンケートは、紙ベースで実施した。質問票は、各加盟労働組合に送られ、個別組合内で配布し、回答アンケートは匿名のまま密封され、電機連合に送付された後、データの入力が行われた。調査は、2015年12月から始め、2016年1月までの約1か月をかけて実施され、3,115件の回答が得られた。このうちのソフトウェア技術者の回答件数は表 3-4-1 のとおりである。

表 3-4-1 国内におけるアンケートについて

実施時期と方法	回収サンプル				協力／委託機関
	回収数*	ERP ソフト技術者	組込みソフト技術者	その他のソフト技術者	
2015 年 12 月～2016 年 1 月 日本国内の電機連合組合員 および管理者に対し調査票 (紙)で実施	3,115	364	493	164	電機連合(全日本電機・ 電子・情報関連産業労働 組合連合会)

\*) 電機連合との共同実施のためソフトウェア技術者以外の回答数を含む

### 3.4.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

電機連合との共同実施を当初から予定していたのである程度の回収については、見込めたものの、実際の回収を始めると、特定の大手企業からの回収が悪かったり、あるいは企業属性に偏りが発生したりしたが、関係機関に多面的に協力要請することで、最終的には、想定以上の回収率となった。

#### (2) 今後の展望

今回収集したデータは、IPA、同志社大学 ITEC、および電機連合を通して広く社会に公開する予定である。

## 3.5 研究目標 5「国際比較に用いる海外 4 ヶ国の個票データベースの構築」

### 3.5.1 当初の想定

#### (1) 研究内容

研究目標 4/と同様に、国際比較に用いる海外 4 ヶ国（アメリカ、ドイツ、フランスおよび中国）についてもアンケート調査を実施することで、生産性と労働条件モデルの検証に必要なモデルの被説明変数と説明変数について、対象プロダクトである ERP と組込みソフトウェアの生産に従事するソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関するデータを収集し、データベースを構築する。なお、アンケートの調査票作成に当たっては、過去の類似調査票の設問、文言を参考として用いる。

#### (2) 想定される課題と対応策

比較対象国において、検証に必要なアンケートデータが入手できない場合である。例えば、対象国におけるアンケートの委託費用が、我々の想定する予算を大きく上回る場合である。この場合、本計画で提案する比較対象 4 ヶ国以外の対象国で代替することを対案として検討する必要がある。そのような事態における代替国の決定は、収集データの分析時間を考慮して、適切なタイミングで行わねばならない。

### 3.5.2 研究プロセスと成果

#### (1) 研究プロセス

### ① アンケート調査項目の決定

国内アンケート調査項目を参照しながら、各国の調査項目を決定する。

### ② 調査票作成

①で決定した調査項目を、調査票の質問に書き換え、現地語に翻訳し、対象国用の調査票を作成する。

### ③ 被説明変数データの収集

まず、研究目標 3/で作成した、生産性と労働条件モデルの検証に必要なモデルの被説明変数について、各国のアンケート調査から、対象プロダクトを生産する海外 4ヶ国のソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関する個票データをアンケート調査によって収集する。

### ④ 説明変数データの収集

同様に、説明変数について、対象プロダクトの生産に従事する海外 4ヶ国のソフトウェア技術者および彼らの所属する組織に関するデータを、アンケート調査によって収集する。

### ⑤ データベースの構築

③、④で収集されたデータをオブザベーション毎に統合し、データベースを構築する。なお、オブザベーションの数については、それぞれの対象プロダクト毎に 100 をミニマム目標とする。

## (2) 具体的な研究成果の内容

### ① アンケート調査票の検討

アメリカ、中国、フランス、およびドイツにおけるアンケート実施のための、各国語でのアンケート票の作成を行った。考え方の基本は、日本で実施し、収集したデータが網羅する六つの変数群のデータと、できる限り同質なデータの収集を行う、として作成にあたった。

翻訳の流れは、日本語→英語→ドイツ語、日本語→フランス語、日本語→中国で、4回の翻訳を実施した。基本的には、研究チームメンバーが、各国の専門家として、それぞれ担当国のアンケート実施責任者として監訳を行い、唯一英語→ドイツ語のみ、ドイツ調査協力組織 (VDE) の技術者調査の経験豊かな専門家で、本研究責任者の長年の共同研究者に監訳を委嘱した。

このようにして各国語に翻訳されたアンケートを準備し、実施組織の選定をおこなったが、最終的な実施アンケートの形は、現地のソフトウェア技術者の現状を熟知するアンケートの専門家の意見を尊重し、アンケートの比較可能性を最大限追及する、という方針に沿って、各国で対応した。まず、フランス語のアンケートは、実施組織との協議を経て、日本語アンケートをフランス語へ翻訳されたものをそのまま実施可能と判断し、実施されたが、アメリカでのアンケートについては、個人のプライバシーに関する意識の傾向（特に家族関係に関する非公開性）を考慮した関連質問の文言の修正と回答方式の変更を、担当調査組織が提案してきたので、協議の結果、調査組織の提案でも、実質的な情報の収集に支障がないと判断し、提案どおりに修正され、実施された。中国語でのアンケートは、基本的に日本語アンケートを中国語へ翻訳されたものをそのまま実施可能と実施組織が判断したので、そのままの形で実施された。ドイツ語アンケートについては、質問項目数に

ついて、共同実施2組織から削減を求められ、協議の結果、類似設問の中で、削除を行っても、情報量の減少がモデル検証に大きな支障を来たさない範囲のなかで、最小限の削除と修正を行った。

## ② アンケートの実施と結果

このようにして作成された各国アンケートの実施組織の選定では、アメリカとフランスについては、過去に同様な調査実績のある3社以上の候補の中から、仕様書に記載した条件に対する回答内容を、各国担当者と全体責任者が協議し、選定した。中国については、2014年末に施行された海外事業者や組織が中国内において実施する調査に関する規制法の制約で、先端的技術に関係する調査を実施することがほぼ不可能な状況である。そのため、今回は同志社大学技術企業国際競争力研究センター（ITEC）と組織的研究協力関係にある、上海社会科学院に実施組織の選定と実施の監督を委嘱した。またドイツにおいては、上述した ITEC にとってのドイツにおける長年の研究調査協力組織である VDE (the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies) との協議の結果、主たる調査対象である ERP および組込みソフトウェア技術者との接点が多く、社会的認知度の高い組織である BITKOM(ドイツ IT・通信・ニューメディア産業連合会)と ELEKTRONIKPRAXIS(ドイツ最大の自動車・電機・電子業界誌)との共同実施が VDE から提案され、当該2組織との共同実施に関する合意にいった。なお、これら4ヶ国においては、ソフトウェア技術者の職務が、管理業務を含むかどうかを事前識別ができない Web アンケートの形で実施されたので、上司の仕事管理や職場内コミュニケーションに関する質問項目の文言を、管理する立場とされる立場の両者にとって回答可能な形に修正した。

日本を含めた5ヶ国でのアンケート実施状況は、表3-5-1のとおりである。時期としては、最初に実施された日本アンケートの回収終了が、2016年1月中旬、最後のドイツアンケートの終了が5月上旬であり、5ヶ国データが4か月以内の期間に収集されたので、収集時期の差異による、外部環境の変化の影響も最小限とすることができた。これら各国で収集されたデータは、研究チーム内のデータ分析の経験者グループによって、異常値の特定作業、コーディング間違いの発見と対処等を経て、同一質問項目におけるコーディングの差異を調整し、5ヶ国共通な変数名で統合されたデータセットを構築した。

下記表3-5-1に、対象国別の対象 occupation ごとの有効回答数を示した。なお本プロジェクトでは、主たる調査対象者である ERP ソフトウェア技術者と組込みソフトウェア技術者、およびその他のソフトウェア技術者の各区分を occupation と呼称することとした。通常の間通職務者の集団の呼称である職種を用いないのは、日本においては職種概念が担当する職務内容と同一化される傾向があり、我々の研究の対象である、職務で用いる主たるソフトウェア技術による技術者の類型化とは異なるためである。そこで、我々は、以下のプロセスを通して、アンケート票で収集した情報に基づき、以下のとおり調査対象 occupation を定義する。

- 1) アンケート回答者は現在の担当製品分野と現在の担当業務に必要な技術の程度に関して、webアプリケーション、組込みソフトウェア、ERP 等およびソリューション、ハードウェアについて、大いに必要から全く必要ない、までの4段階評価を行う。
- 2) 以上の情報に基づき、以下のとおり occupation 分類表に基づき、各 Occupation を

決定する。a)現在の担当製品分野が、ERP等のビジネスパッケージおよびそれらを用いたソリューションの場合はERPソフトウェア技術者、組込みソフトウェアの場合は組込みソフトウェア技術者とする。

b)上記以外の担当製品の場合、大いに必要な技術のタイプにより、Occupationを決定する。Webアプリケーション技術の場合は、その他ソフトウェア技術者、組込みソフトウェア技術の場合は、組込みソフトウェア技術者、ERP等およびソリューション技術の場合は、ERPソフトウェア技術者、そしてハードウェア技術の場合は、その他技術者とする。

c)複数の技術が必要と回答した場合は、その必要性のより強い技術で決定する。

d)もし、複数の技術が同程度に必要な場合は、別途設定する分類表に基づき、決定する。

表 3-5-1 アンケート5ヶ国と対象 occupation 一覧：

対象国	実施時期と方法	回収サンプル				協力／委託機関
		回収数	ERPソフト技術者	組込みソフト技術者	その他のソフト技術者	
日本	2015年12月～2016年1月 日本国内の電機連合組合員および管理者に対し調査票(紙)で実施	3,115	364	493	164	電機連合(全日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会)
アメリカ	2016年3月～4月 アメリカ国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	555	337	115	82	VizQuest Ventures (アメリカマサチューセッツ州)
ドイツ	2016年4月～5月 ドイツ国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	504	85	336	13	VDE(ドイツ電気・電子・情報技術協会) Elektronik Praxis BITKOM
フランス	2016年3月～4月 フランス国内企業の技術者および管理者に対し Web で実施	344	168	102	21	Enquete& Opinion
中国	2016年1月 に上海豎豎情報技術社を介し、中国内企業の技術者および管理者に対し調査票(紙)で実施	300	144	111	14	上海豎豎情報技術有限公司

### 3.5.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

アメリカ、およびフランスの調査会社の選択においては、さまざまなルートから複数の委託可能な組織を発掘したが、日程と予算の点で、その多くが早い時点で対象から排除せざるを得なかった。そのため、実施が危ぶまれたが、最終的に残った中で、日程と予算の面で基準を満たす組織が、社会的評価も高いことが分かり、結果としては、これら両国においても、期待どおりのアンケートが実施できた。

## (2) 今後の展望

本アンケートは、この分野では、希少なアンケートであり、一般公開して多くの方に今後研究に利用いただきたいと思う。

### 3.6 研究目標 6「国内及び比較国個票データの統計分析」

#### 3.6.1 当初の想定

##### (1) 研究内容

作成したデータベースを用いて、国による生産性、および処遇等労働条件の決定について、統計的に有意な相関性を持つ規定要因の差異、およびそれら規定要因間の標準化係数の差異を比較することで、日本および比較国における生産性および処遇等の規定要因候補を抽出する。

##### (2) 想定課題と対応策

モデルの統計的検証で、候補として想定した説明変数のなかで、どの説明変数が適切かの判断が単純な基準ではできない場合。対応策は、モデル全体の説明力への貢献の大小と説明変数の係数が、期待された符号と一致するかどうかし、かつその係数の統計的有意性によって判断を行うことにする。

#### 3.6.2 研究プロセスと成果

##### (1) 研究プロセス

- ① 労働条件指標と心的生産性指標の各国値の推計
- ② 回帰分析

生産性および処遇等労働条件変数を被説明変数とし、研究目標 3/で決定した説明変数によって、どの程度上手く、被説明変数のばらつきを説明できるかを、各種の回帰分析手法を用いて推定する。

- ③ 回帰分析結果の国際比較

被説明変数と、統計的に有意な相関性を持つ規定要因の国間の差異、およびそれら規定要因間の標準化係数の国間の差異を比較することで、日本および比較国における生産性および処遇等の主たる規定要因を抽出する。

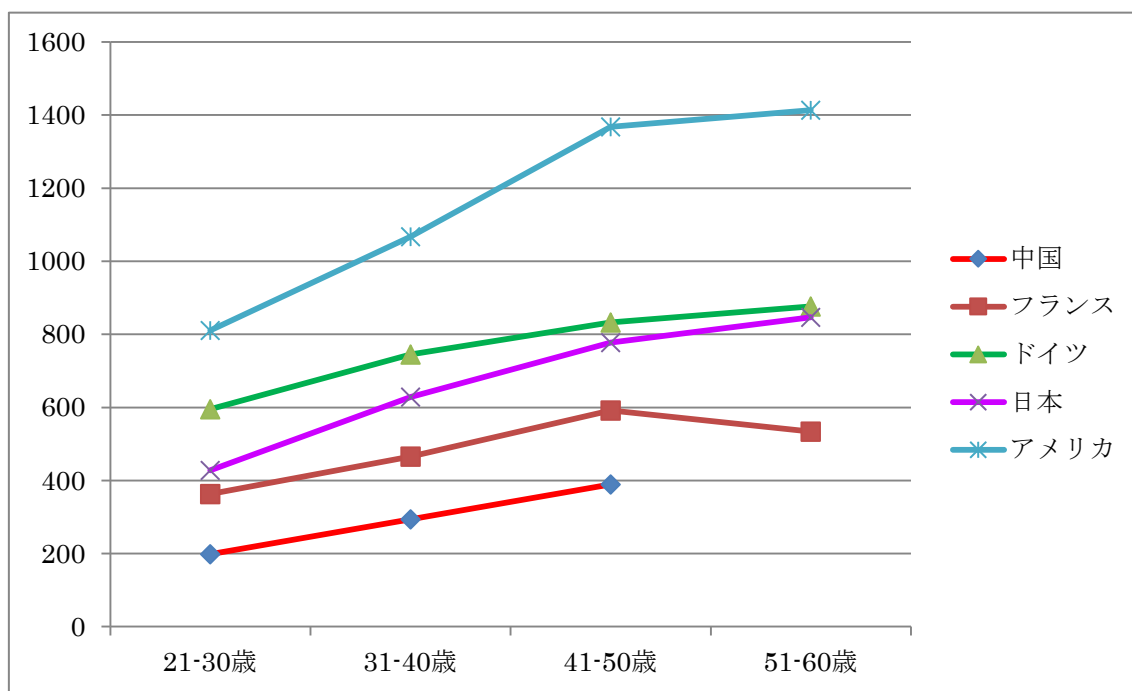
##### (2) 具体的な研究成果の内容

- ① 労働条件と生産性指標に係るデータの国際比較

回帰分析の前に、労働条件指標(時間当たり収入)と心的生産性指標(主観的生产性と職務満足)に係る各被説明変数についての国際比較を試みた。二つの指標の推定結果は、日本の労働条件の相対的劣悪さおよび心的労働生産性も同様に5ヶ国中最も低いことを示した。具体的には以下のとおりである。

図3-6-1は、ソフトウェア技術者全体で見た年収比較である。各国年収は、為替レートを使って、日本円に換算し、表示してある。横軸が年齢グループ、縦軸が円表示の年収額である。それぞれの年齢グループの平均年収をつないで、この年収プロフィールを作成した。日本は5ヶ国中、上から3番目で、中位に位置する。日本の場合、40歳代から50歳代にかけてでも、平均年収が増加するため、50歳代では、上位に位置するドイツの年収に接近するが、最上位に位置するアメリカとの大きな格差はあまり縮小しない。日本のソフ

トウェア技術者の年収が最も高くなる 50 歳代で、アメリカの同世代技術者の 6 割弱、やっとドイツの水準に追いつく水準である。生涯を通して見ると、これら 5 ヶ国中、中位に位置すると言える。



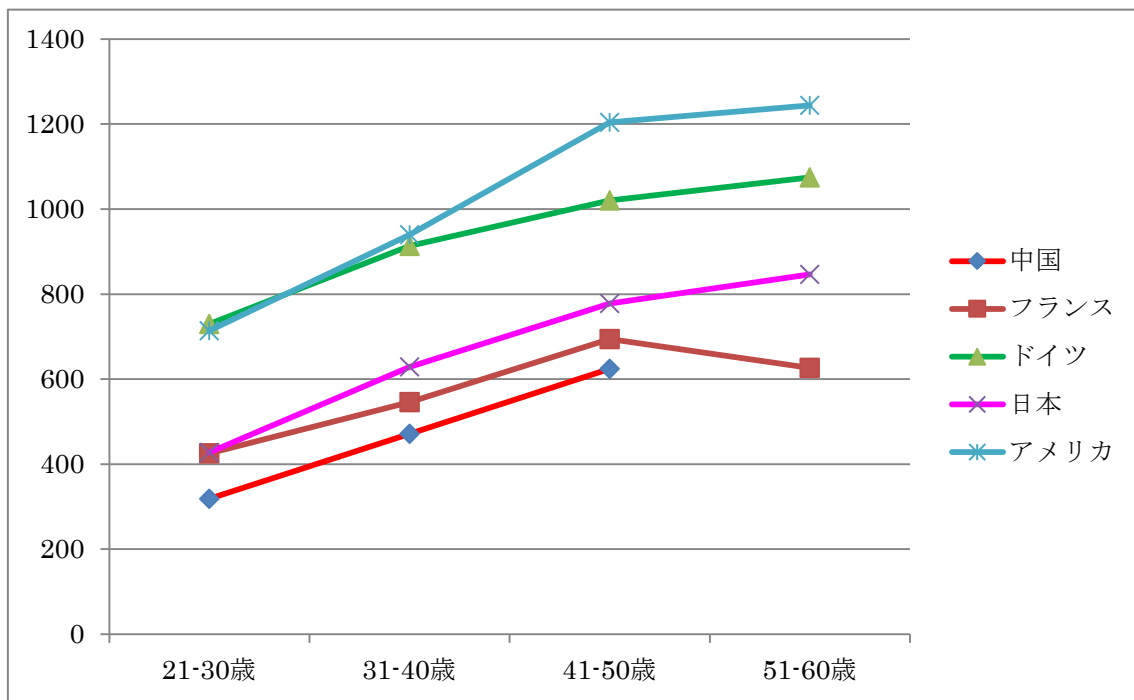
(為替レートでの円換算 単位:万円)

(注) 中国の年齢プロフィールで、51-60歳のデータが欠落しているのは、データ数が一桁と極めて少ないため、標本の代表性に疑問があり、削除した。(以降、同様)

図 3-6-1 年収の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体

同じ対象について、年収を購買力平価で表現したのが図 3-6-2 である。購買力平価 (PPP: purchasing power parity) は、各国の物価の違いを考慮した、通貨の間での交換レートである。そのため購買力平価での年収比較は、各国の物価の差異を考慮した、各国ソフトウェア技術者の年収の持つ購買力の大きさの比較を表す。このような購買力で比較すると、アメリカ・日本と比べ相対的に物価の低いドイツの年収は大きく上昇し、特に 20 歳代から 30 歳代では、アメリカとドイツの年収格差がほぼ解消される。他方、日本の技術者の年収は、日本の物価が 5 ヶ国中で最も高いため、相対的に見れば、他の 4 ヶ国のすべての国に対して低下し、また最下位の中国の物価の安さを反映して中国のプロフィールが上昇するため、日本のソフトウェア技術者の年収の購買力は低位の中国、フランスに接近する。その結果、下位 3 ヶ国の年収プロフィールは大よそ同水準となる。

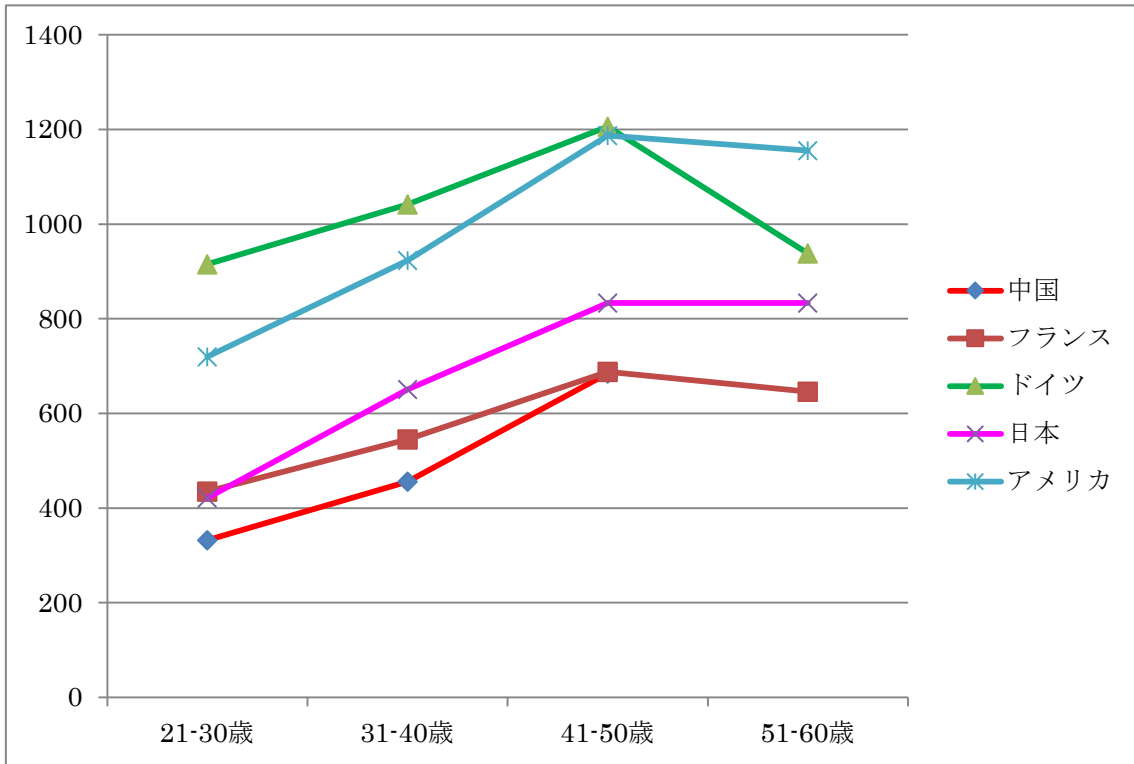




(PPPを用いた円換算 単位:万円)

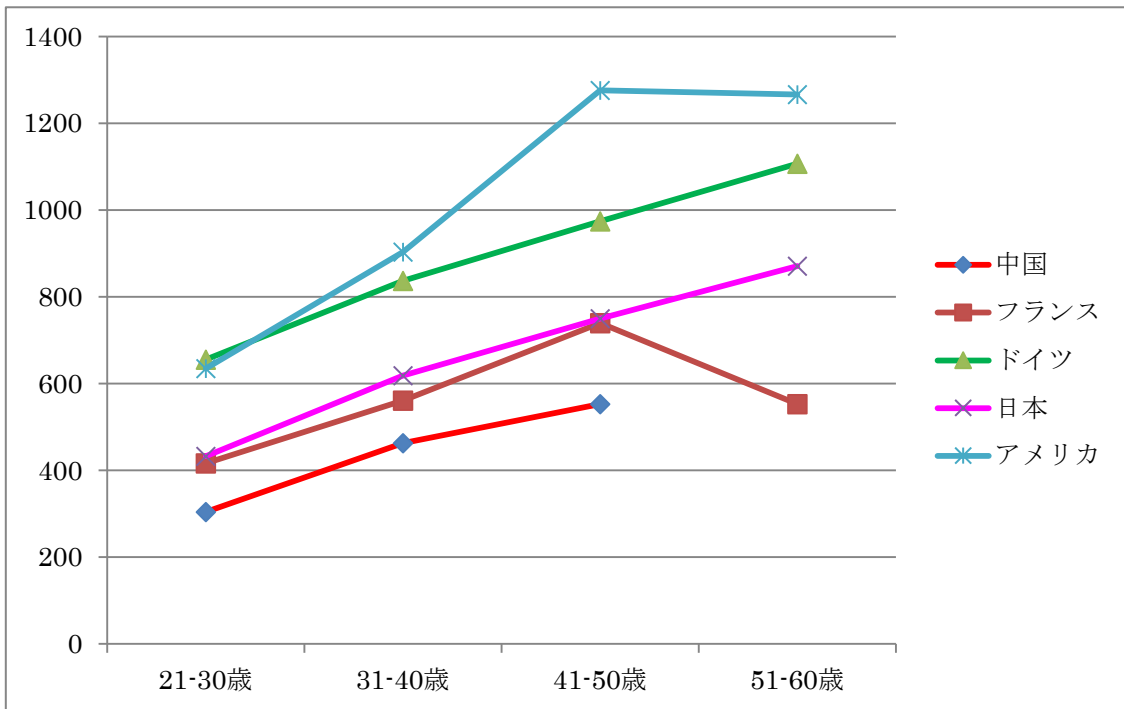
図 3-6-2 年収の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体 (PPP での比較)

図 3-6-3, 図 3-6-4 は, 対象を ERP ソフトウェア技術者と組込みソフトウェア技術者に特定して比較した図である. 対象を特定することで, より同質な比較が可能となる. この同質者の比較でも, 先の結果は変わらない. 日本の ERP ソフトウェア, および組込みソフトウェア技術者の購買力で見た年収は, 中国, フランスと共に, 下位グループにあると言える. 唯一, 50 歳代においては, 40 歳代と比べても若干増加し, 他国の低下傾向とは一線を画し, 結果として, 相対的位置を上昇させている.



(PPPを用いた円換算 単位:万円)

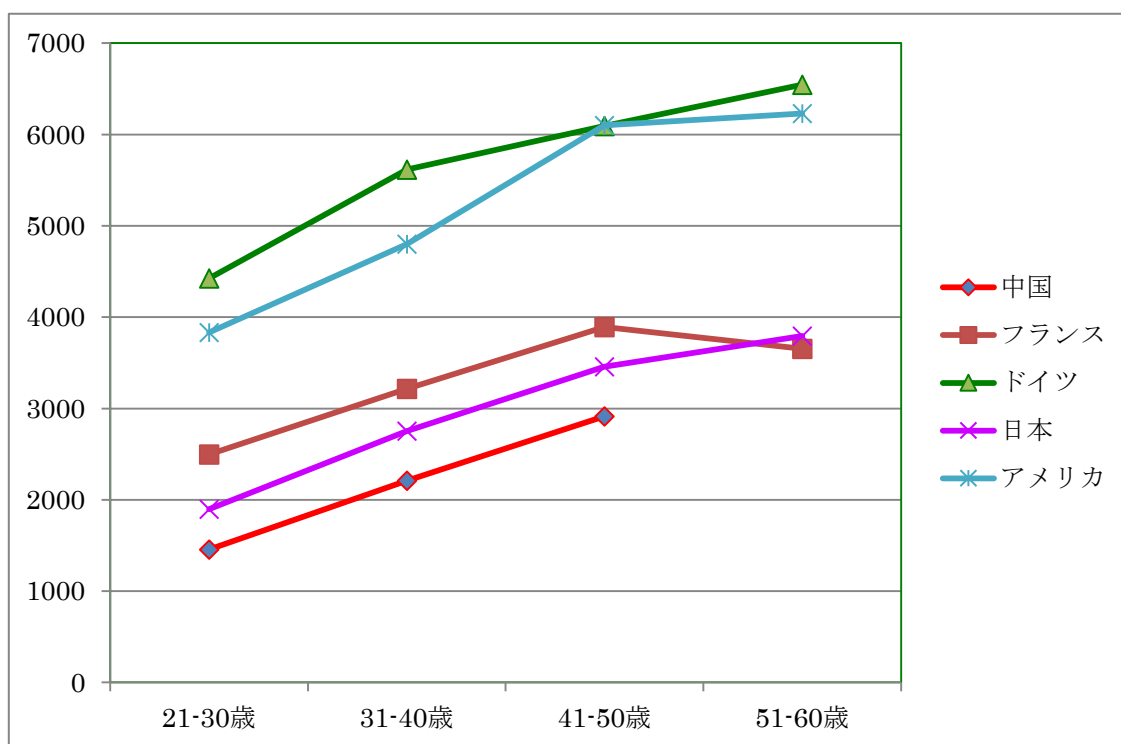
図 3-6-3 年収の年齢プロフィール：ERP ソフトウェア技術者 (PPP での比較)



(PPPを用いた円換算 単位:万円)

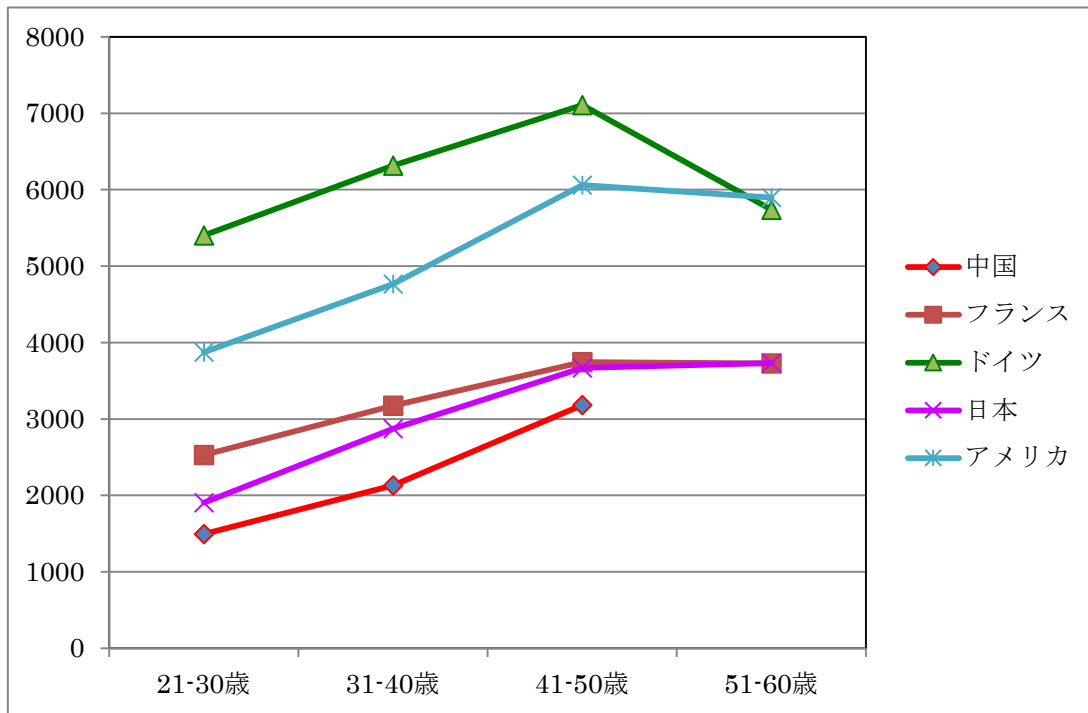
図 3-6-4 年収の年齢プロフィール：組み込みソフトウェア技術者 (PPP での比較)

図 3-6-5～7 は、先に行った購買力平価で評価した年収比較を時給で行った場合の結果である。年収を労働時間で割ることで、1 時間の労働に対する収入額を比較することができる。つまり労働生産性の国間の差異を反映した収入比較と言える。労働時間の短い国の年齢プロフィールは上昇し、長時間国のプロフィールが低下することが予測される。結果は、図 3-6-5 以下のとおりである。今までの年収比較における結果と大きく異なるのは、日本のプロフィールのさらなる相対的低下である。それまでの年収プロフィールでは、中位に位置するものの、50 代でも上昇することで、高齢グループでは、若干相対地位を高めていたが、時給で見るとソフトウェア技術者全体でも、ERP ソフトウェア、組込みソフトウェア技術者の場合でも、50 歳代での相対的上昇が見られず、水準としては、それまでは日本と比べて下位にあったフランスよりも下位に低下し、中国との差異もさらに縮小し、限りなく最下位の中国に近づいている。ちなみに、ソフトウェア技術者全体で見れば、日本の水準を 100 とすると中国の水準は、21-30 歳，31 - 40 歳，41-50 歳それぞれで，76, 79 そして 83 と，日中間の格差は 20%まで縮小する。



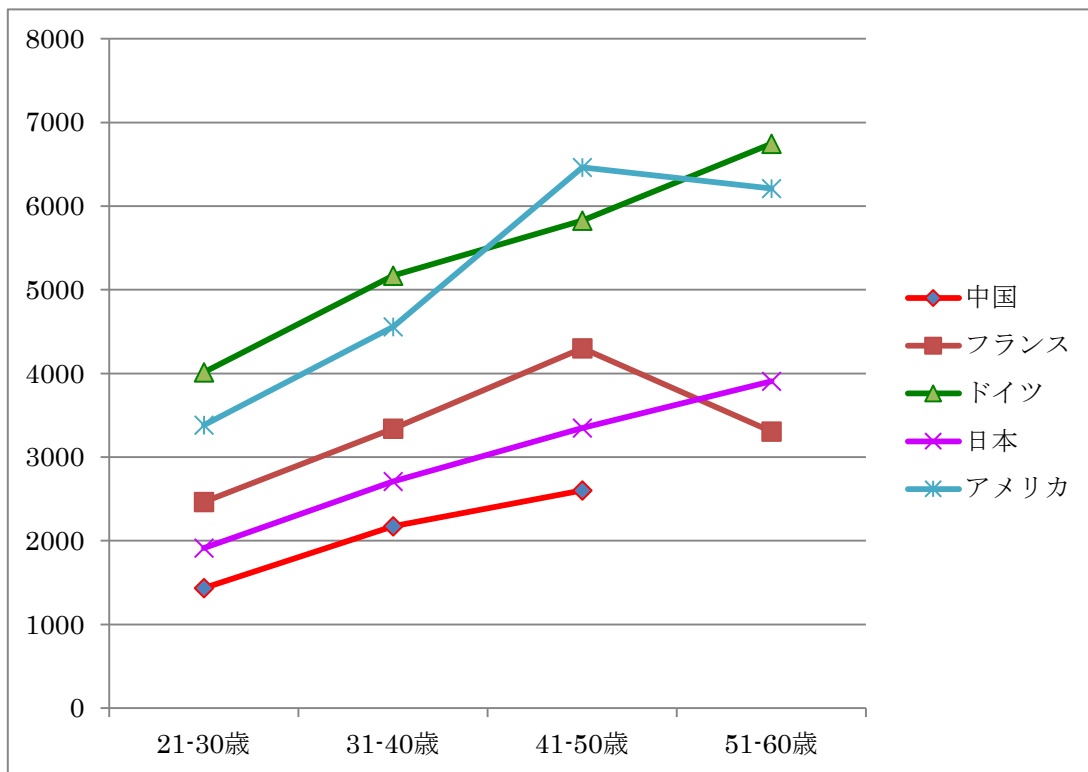
(PPP を用いた円換算 単位:円)

図 3-6-5 時給の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体 (PPP での比較)



(PPPを用いた円換算 単位:円)

図 3-6-6 時給の年齢プロフィール：ERP ソフトウェア技術者 (PPP での比較)



(PPPを用いた円換算 単位:円)

図 3-6-7 時給の年齢プロフィール：組込み技術者 (PPP での比較)

次に図 3-6-8, 3-6-9 は、月間労働時間の分布比較である。日本、中国、アメリカ、フランス、そしてドイツの順に各国のソフトウェア技術者全体で見た週当たりの実労働時間の分布を現す。左から右へ労働時間の短い技術者からより長い技術者の順で、割合が示されている。例えば、日本の場合、法定労働時間である週 40 時間を超えない技術者の割合は、4.3%である。他方、同じ比率はフランスでは、76%、ドイツでは 92%である。また、週当たり 10 時間以上の残業をするソフトウェア技術者の割合は、日本では 27%を超えるのに対し、中国 10.5%、アメリカ 7%、フランス 1.9%、そしてドイツで 0.4%である。日本のソフトウェア技術者の長時間労働が突出していることが良くわかる。次の折れ線グラフでは、各国でどの層の割合が多いかが良くわかる。緑色の日本が最も右側に分布が偏り、他方ドイツ、フランスが左側に集中していることが良くわかる。

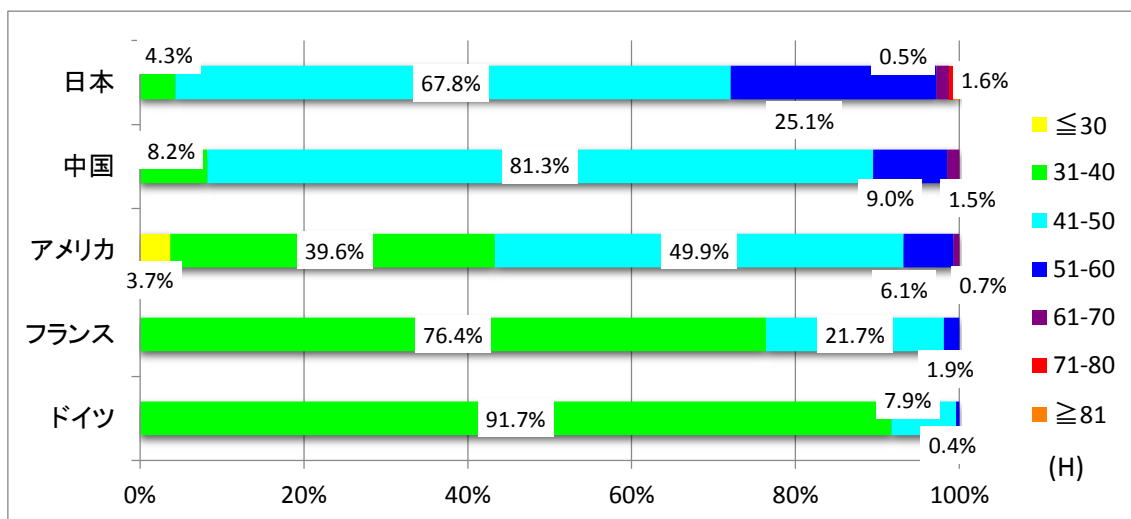


図 3-6-8 労働条件の 5 ヶ国比較週実労働時間別の分布割合の差異  
：ソフトウェア技術者全体

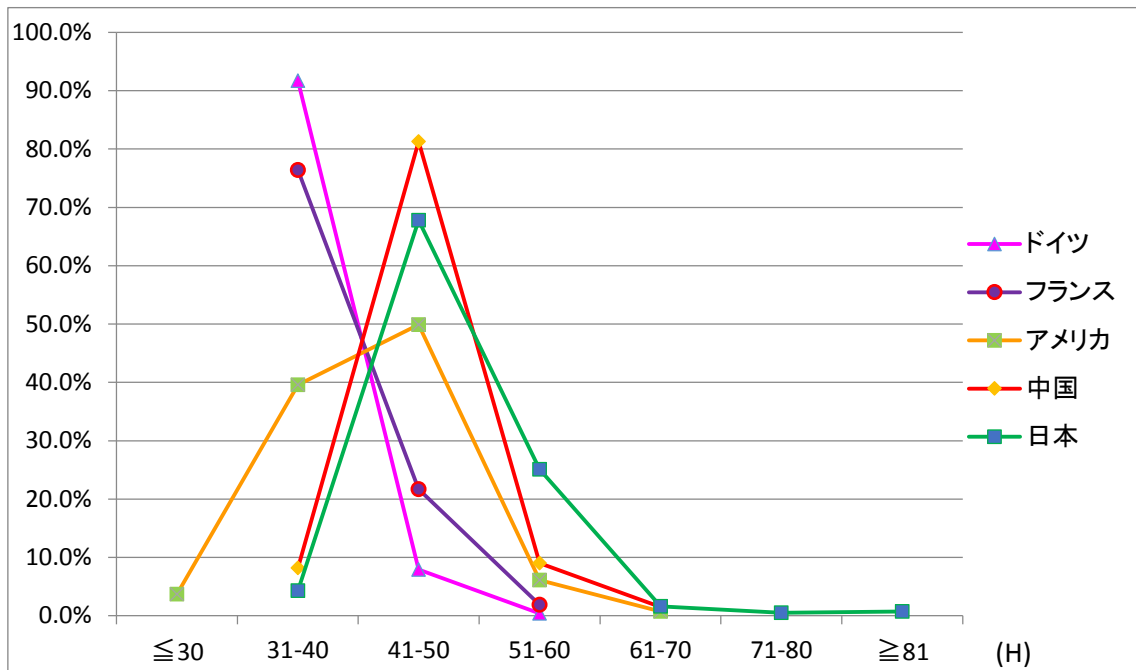


図 3-6-9 労働条件の 5ヶ国比較 週実労働時間別の分布の形状  
:ソフトウェア技術者全体

図 3-6-10, 図 3-6-11 は, 2枚前のソフトウェア技術者全体の分布図を, ERP ソフトウェア, および組込みソフトウェア技術者それぞれについて, 同様に作成した図である. ソフトウェア技術者全体の場合と基本的に同じである. 日本のソフトウェア技術者の長時間労働は, 特定, 同質のソフトウェア技術者同士で比べても, 変わらない.

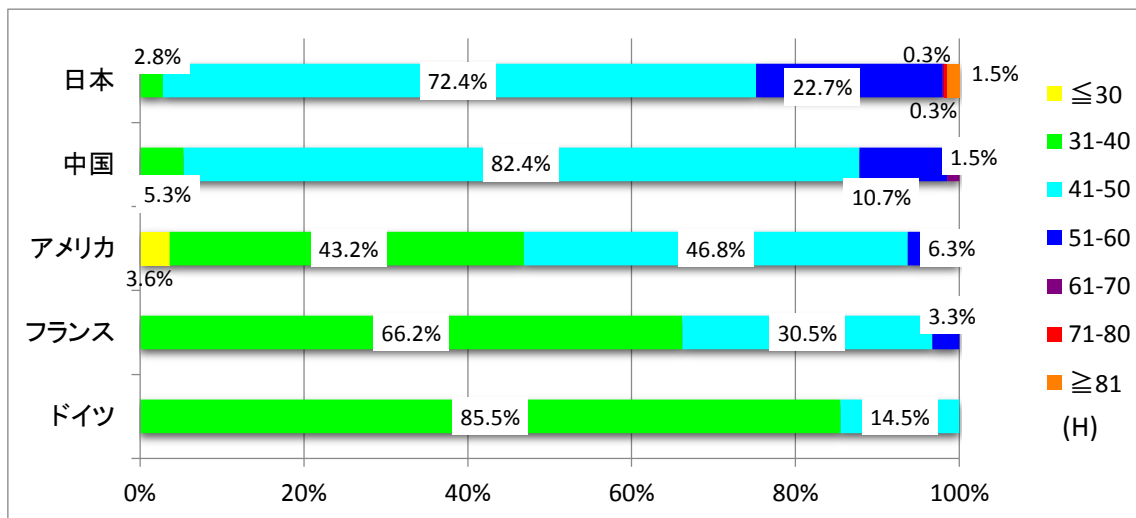


図 3-6-2-10 労働条件の 5ヶ国比較 週実労働時間別の分布の形状  
:ERP ソフトウェア技術者全体

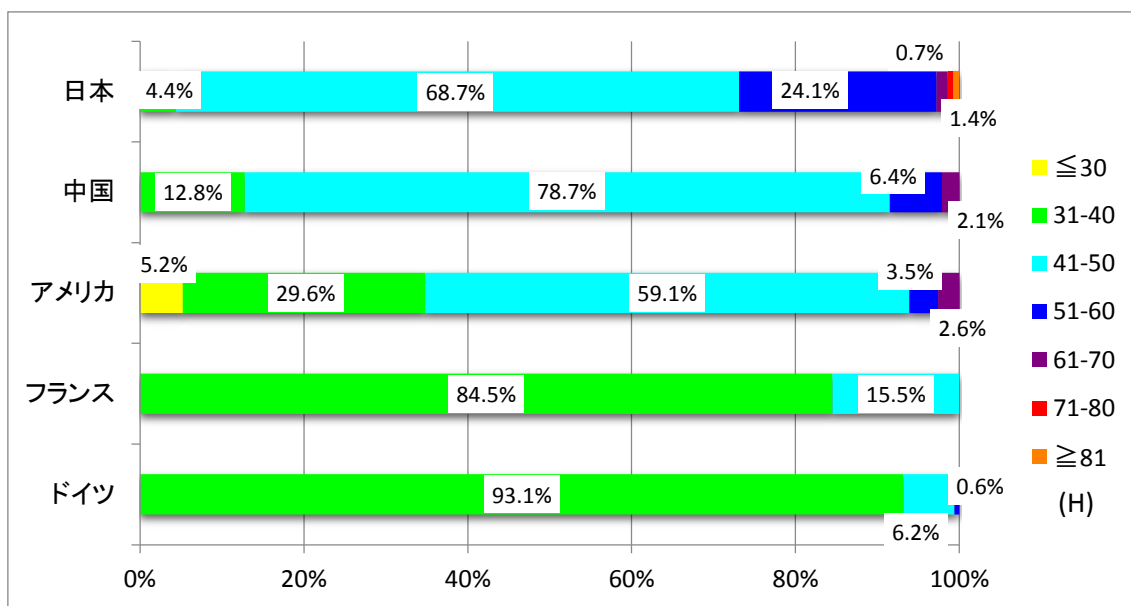


図 3-6-2-11 労働条件の 5 ヶ国比較 週実労働時間別の分布の形状  
：組込みソフトウェア技術者全体

図 3-6-12, 図 3-6-13 は, 心的生産性指標による 5 ヶ国比較である. 図 3-6-12 は, 主観的生産性指標, 図 3-6-13 は, 職務満足度指標による比較である. 主観的生産性指標は, ソフトウェア技術者本人が行った, 自己の業務における生産性に関する主観的評価の指標である. 具体的には, 質問票で尋ねる三つの設問, a. 自分の能力を発揮できているか, b. 自分の担当職務に期待される成果を出せているか, c. 自分の仕事は社会に貢献しているか, に対して, 4 点評価で回答した 5 ヶ国 2,549 名のデータを主成分分析し, 得られた個々人の主成分得点を, 国ごと, 3 タイプのソフトウェア技術者ごとに, その平均値を計算したものである. ただし, 5 ヶ国 3 タイプのソフトウェア技術者全サンプルをプールした全体について, その平均は 0, 標準偏差 1 となるように標準化されている. それゆえ, この指標のプラス値は, 全体平均より高く, マイナス値は, 全体平均より低いことを示している.

同様に, 職務満足度指標は, ソフトウェア技術者の職務に関する総合的な満足度の指標である. 具体的には, 質問票で尋ねる六つの設問, a. 仕事を一緒にする仲間に恵まれている, b. 今の仕事は面白い, c. 自分のペースで働くことができる, d. 自分の納得できる報酬や地位を得ている, e. 今の仕事は自分に合っている, f. 重要な仕事を任されている, の 6 設問に対する回答を主成分分析して得た各人の主成分得点を, 主観的生産性指標の場合と同様, 全体平均を 0, 標準偏差を 1 となるように標準化したものである. 国ごと, occupation ごとの平均値が, プラス, あるいはマイナスの値を取る意味は, 前述の主観的生産性指標の場合と同様で, 全体平均より職務満足が高い, あるいは低いことを表している.

5 ヶ国 3 タイプのソフトウェア技術者について, この計算結果をしてみる. 主観的生産性指標については, 図 3-6-12 を, 職務満足度指標については図 3-6-13 に掲載した. それぞれの図においては, 左から中国, ドイツ, フランス, 日本, アメリカの順に, 三つのタイプのソフトウェア技術者 (ERP ソフトウェア, 組込みソフトウェア, その他のソフトウェア) について, それぞれの指標の国ごとの平均値をヒストグラムで示した.

まず、主観的生産性指標であるが、日本のソフトウェア技術者の主観的生産性評価の世界の中での位置は明確である。日本のソフトウェア技術者は、ERP ソフトウェア技術者、組込みソフトウェア技術者、あるいはその他ソフトウェア技術者の如何に関わらず、自己の生産性に関する評価は、すべて大きく5ヶ国平均を下回り、比較5ヶ国中、最低水準である。逆に、アメリカのソフトウェア技術者の主観的生産性の高さは、どのタイプのソフトウェア技術者であっても、他国を大きく上回っている。その結果、最低水準の日本と最高水準のアメリカの間の生産性格差は、極めて大きくなっている。残りの3ヶ国については、ドイツ、フランスの生産性指標は平均より高くプラスとなっているが、中国はその他ソフトウェア技術者のみがプラスで、ERP および組込みソフトウェア技術者ではマイナスの値となっている。以上から、主観的生産性は、比較対象国の中では、アメリカが最も高く、フランス、ドイツが続き、その後中国が位置し、日本が最も低いと順位づけることができる。

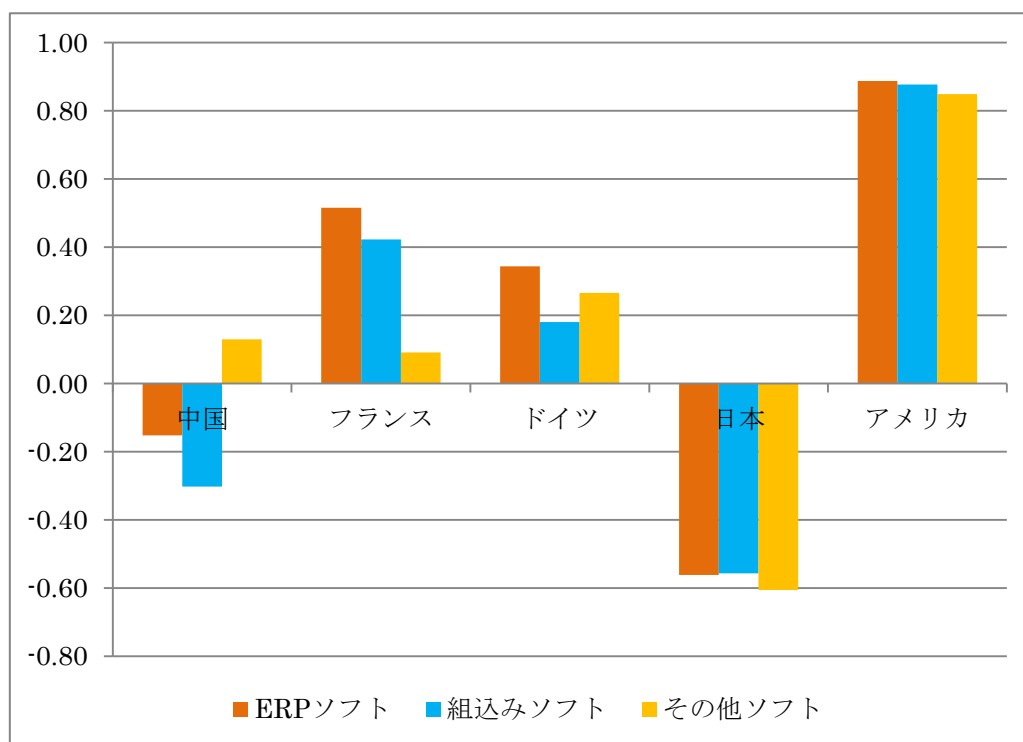


図 3-6-12 主観的生産性指標による比較：三つの仕事の達成度変数1の第一主成分

次に、職務満足度については、図 3-6-13 にその結果を掲載した。この指標においても、基本的な5ヶ国間の相対位置に関する構図は変わらない。アメリカがどのタイプのソフトウェア技術者であっても、最も職務満足の水準が高い。他方、日本のソフトウェア技術者が、三つのタイプの如何に関わらず、すべてのタイプにおいて、その職務満足度指標は大きなマイナス値を取っている。その結果、ソフトウェア技術者の全体的な職務満足においても、日本の水準が最も低い。しかし、個別のタイプに着目してみると、組込みソフトウェア技術者については、若干ではあるが日本以上に中国の職務満足度が低いこともわかる。



また ERP ソフトウェア技術者についても、日本ほどは低くはないが、中国は比較的大きなマイナスの値を取っており、ERP ソフトウェア技術者の職務満足の水準も、世界的に見れば低いことも確認できる。

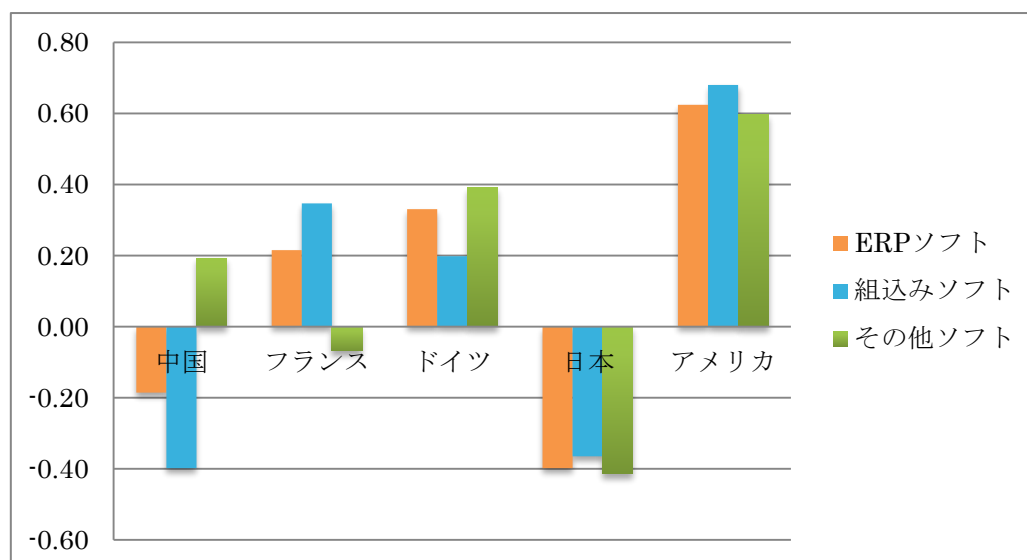


図 3-6-13 職務満足度による比較：五つの仕事満足度変数の第一主成分

## ② 回帰分析および回帰分析による心的生産性の国際比較結果

本研究のもう一つの主要目標である、労働条件および心的労働生産性指標がどのように決まっているか4要因（個人要因、職場環境要因、マネジメント要因、外部環境要因）に基づくモデルを用いて、5ヶ国で回収したデータについて検討した。具体的には、モデル図に記載した、個人要因（年齢や性等の個人属性、個人の能力や学歴、一人ひとりの職務内容やキャリア観等）、職場環境要因（職場の風土・文化や上司・同僚との関係）、マネジメント要因（企業理念や戦略、仕事管理や人的資源管理（HRM）の仕方等）、そして外部環境要因（ソフトウェア技術者の職種労働市場が構築されているか、あるいは制作する製品、サービス等の製品市場の違い等）が、説明要因として有効であるかどうかを、多重回帰分析の手法を用いて検証した。

表 3-6-1 に、4 要因の説明変数として用いた具体的な説明変数の説明とその作成方法を示す。多くの説明変数は、アンケートの設問をそのまま説明変数として用いたが、設問の回答を主成分分析、あるいは因子分析して、新たに説明変数を作成したものもある。

表 3-6-1 回帰分析用説明変数一覧

要因	説明変数群	具体的な説明変数とその説明・作成方法	
個人要因	個人属性	性別	
		年齢	
		勤続年数	
	学歴	最終学歴	
	能力	専門職力のレベル	業務遂行における能力・特性に関連する設問の回答データを因子分析し得た第一因子～第三因子の得点
		経営組織管理能力のレベル	
		基礎的思考力のレベル	
	能力認識	能力の限界感	
		今後 10 年間の自分の技術に関する自信	
	職務	職務とのマッチング	
		プロジェクトリーダー経験	
キャリア・会社観	専門職安定志向	専門職として今の会社に留まりたい気持ち	
	専門職転職志向	専門を生かして転職する	
	非管理職志向	管理職に拘らず今の会社で働く	
	会社について		
職場環境要因	上司部下関係	良好な上司との関係	上司評価設問データを主成分分析した第 1 主成分得点
	職場風土・文化	良好な職場風土・文化	職場状況の設問データを因子分解した第 1 因子得点
マネジメント要因	経営理念と戦略	技術者が経営方針を理解	職場状況の設問データを因子分解した第 2 因子得点
	仕事管理	仕事位置づけ, 時間配分の問題	職場状況の設問データを因子分解した第 3 因子得点
	人的資源管理	良好な評価処遇制度の運用の程度	評価処遇制度に関する設問の回答データを主成分分析した第一主成分得点
		消極的な能力開発の程度 多忙で育成後回しの程度	能力開発状況に関する設問回答を因子分析した, 第一および第二因子得点
外部環境要因	職種労働市場	組込みソフトウェア技術者 <sup>1</sup>	
		その他ソフトウェア技術者	
	製品労働市場	担当製品分野	

<sup>1</sup> この職種労働市場変数に、ERP ソフトウェア技術者が含まれないのは、回帰分析における推定手法では、特定の対象を基準にした時の、その基準からの差異を変数の係数値として明らかにする。今回の推定では、ERP 技術者が、その基準であるため、組込みソフト技術者とその他ソフト技術者のみが、説明変数となる。

多重回帰分析による検証の結果を表 3-6-2~4 に示す。

表の縦軸は各国を現し、横軸は上で述べた要因を現す。縦横の交わる欄に記載された◎、○あるいは●は、その縦軸の国では、対応する横軸の要因が影響（統計的相関性）を持っていることを示している。◎あるいは○は、各要因の変数が、それぞれの被説明変数に対して、プラスの効果を持つことを示す。◎は、被説明変数に対してプラスの効果を持つ要因数が複数存在することを示す。●は、対応する要因に含まれる説明変数の効果が、一般に期待されるのとは逆の効果を示したことを示す。この図から、多くの国で、われわれが想定した要因が期待どおり、被説明変数に対し、影響も持っていることが示されている。また、その影響のあり方が国ごとで異なり、各国ごとに、それらの要因の相対的な重要性が異なる形で、各国の特徴がモデルで表現されている。以下、各表を説明する。

#### a. 時間給与額に影響を与える要因

表 3-6-2 は、我々の労働条件指標である時間当たりの給与額が、各国でどのような要因によって影響を受けているのかを示している。まず、表を一瞥して明らかなのは、時間当たり給与額の決定において、性、年齢、勤続年数等の個人属性、学歴、さらには、職務（職務、および、職務と各人の能力や希望との一致性）等の要因が重要な役割を担っていることである。能力認識については、アメリカ、フランス、そして、能力では日本で影響が強く表れていた。また、アメリカ、フランスでは、個々人の自分の技術に対してどれほど自信を持っているか、日本では、自分の専門職力と経営組織管理能力に関する自己評価が、時給と強い関連性を示した。

他方、職場環境要因、マネジメント要因、さらに外部環境要因は、国によってその重要性が大きく異なることもこの表は示している。まず、アメリカと中国について言えば、中国においては、職場風土・文化が、時間当たり給与額と関連性が有ることが推察されることを除けば、基本的にアメリカ、中国においては、これら 3 要因は、時間当たり給与額との関連性が統計的に確認できなかった。他方、ドイツ、フランス、そして日本においては、これらの 3 要因が国ごとに異なる形ではあるが、重要な影響を持つことを推察させる結果であった。まずドイツであるが、マネジメント要因と外部環境要因の二つが影響を持つ。他方フランスと日本では、これら 3 要因すべてが、時間当たり給与に影響を持っている。

以上の結果を統合的に解釈すると、アメリカ、中国は、個々人が持つ属性と学歴、および個々人の能力認識、および携わる職務によってもっぱら給与水準が決定される個人主義的労働市場であるのに対し、欧州と日本は、働く場である職場やその職場のマネジメント、および広く職場を取り巻く市場の組織化のあり様に大きく影響を受ける組織主義的労働市場と表現できるだろう。

表 3-6-2 時間給与を被説明変数とする回帰分析結果 学歴

要因	説明変数	アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性		◎	○	◎	◎
	学歴		○	○	○	○
	能力認識	◎			○	
	能力				○	◎
	職務	◎	◎	○		○
	キャリア・会社観				◎	○
職場環境要因	良好な上司との関係					●
	職場風土・文化		○		○	
マネジメント要因	経営理念と戦略			○		
	仕事管理			○	○	
	人的資源管理			○	○	○
外部環境要因	職種労働市場			○	○	○
	製品市場				◎	○

b. 二つの生産性指標の検討

表 3-6-3 と表 3-6-4 は、二つの心的生産性指標（職務満足度、主観的生产性指標）が、対象 5ヶ国で 4 要因モデルによってどの程度適切に説明できるかを検証した結果である。

まず職務満足度については、中国の個人属性を除けば、すべての 5ヶ国において、個人属性、職務、そしてキャリア・会社観が極めて強くソフトウェア技術者の職務満足度と偏相関性を持つことがわかる。能力認識および能力については、中国を除く 4 カ国すべてで、どちらかの変数の影響が確認できる。能力認識においてはドイツ、フランス、そして日本において、能力についてはアメリカと日本において、その影響が確認できた。しかし、時間当たり給与の場合と異なるのは、今回は、職場環境要因とマネジメント要因からも、5ヶ国すべての国において、そこで働くソフトウェア技術者の職務満足度が影響を受けている可能性が強く示唆されている。つまり、職場環境や職場のマネジメントが、そこで働くソフトウェア技術者の職務満足度に影響を与えていることを支持する統計分析結果である。

表 3-6-3 職務満足度を被説明変数とする回帰分析結果

要因	説明変数	アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性	◎		◎	○	○
	学歴					
	能力認識			○	◎	◎
	能力	◎				◎
	職務	○	○	◎	○	○
	キャリア・会社観	◎	○	◎	◎	○
職場環境要因	良好な上司との関係	○	○		○	○
	職場風土・文化	○	○	○	○	○
マネジメント要因	経営理念と戦略	○	○	○	○	
	仕事管理	○			○	○
	人的資源管理		◎	○	○/● <sup>2</sup>	◎
外部環境要因	職種労働市場				○	
	製品市場			◎		

表 3-6-4 は、職務満足度を主観的生産性指標に変えた場合も、職務満足度の場合と同様、4 要因モデルが効果的に対象 5 ヶ国のソフトウェア技術者の主観的に評価した各人の生産性のばらつきを説明できる可能性を示している。とりわけ個人要因の効果が強く、職務およびキャリア・会社観については、5 カ国すべての国でその効果が確認された。また、個人属性と能力においても、5 カ国中 4 カ国で、その効果が確認できる。他方、職場環境要因、マネジメント要因、そして外部環境要因については、それぞれ個別の変数が、異なる国において、主観的生産性の重要な規定要因であることは、示唆されるものの、国によってそれらの出方が異なることが確認できる。つまり、国により主観的生産性にたいして効果のある、職場環境やマネジメントの在り方、さらには職種や製品市場の在り方に差異があることが示唆された。

<sup>2</sup> フランスの人的資源管理においては、「良好な評価処遇制度の運用」項目は、職務満足度と正の偏相関が確認できたが（表中では○で表記）、「消極的な能力開発」については、消極的であればあるほど、職務満足は高いという関係性が確認された。（表中では、一般に期待される関係とは逆なので●と表記）このような関係が確認されたことについては、個人主義が強いフランスでは、個々人の能力開発については、個々人の自由に任せてほしいとの意識が強いために、このような結果となった可能性がある。

表 3-6-4 主観的生産性指標を被説明変数とする回帰分析結果

要因	説明変数	アメリカ	中国	ドイツ	フランス	日本
個人要因	個人属性	◎	○		○	○
	学歴				●	
	能力認識					◎
	能力	◎	○	◎		◎
	職務	○	○	○	○	○
	キャリア・会社観	◎	◎	◎	◎	◎
職場環境要因	良好な上司との関係		○	○	○	
	職場風土・文化	○			○	○
マネジメント要因	経営理念と戦略	○		○		
	仕事管理	○			○	○
	人的資源管理			○	○	○
外部環境要因	職種労働市場		○		◎	
	製品市場			○		

③ その他の統計分析から

以上の統計分析の結果を補足する統計の結果を以下で紹介する。

A：職場の人間関係(競争的か、それとも協力的か？)

一般に日本の職場は外国と比べ助け合いの度合いが高いと言われる。この点は、ソフトウェア生産においても、職場環境の一部であり、チームの生産性にかかわる重要な点である。統計的に見たときに日本は世界の中でどこに位置づけられるのだろうか。結果は以下の表 3-6-5 および表 3-6-6 のとおりである。なお、表内の数値は「4 あてはまる」～「1 あてはまらない」の4点尺度の数値を直感に合うように逆転させた上で、平均値を算出した。つまり、数値の高い方がより「あてはまる」となります。

これら二つの表から驚かされるのは、日本の職場だけが協調的で、助け合う職場でないことだ。まず日本の職場は、各タイプのソフトウェア技術者の平均値が、2.07 から 2.09 の範囲にあり、対象5ヶ国の中では、最も競争意識が低いのは一般に言われているとおりである。しかし、驚かされるのは一般に競争的と言われるアメリカ人技術者の低い競争意識である。その他ソフトウェア技術者に至っては、日本人以下の低さである。まあ、その裏返しの職場の協力的関係の強さを見た次の表の数値は、上記の競争意識の結果と整合的である。3 タイプすべての技術者について、最も職場が協力的と認識しているのは日本の技術者ではなく、アメリカの技術者である。それどころか、他のソフトウェア技術者に至っては、5ヶ国中、日本の社員間の協力度は最低である。

表 3-6-5 社員間で競争意識があるか？

	ERP ソフト技術者	組込みソフト技術者	他のソフト技術者
日本	2.04	2.15	2.07
中国	2.72	2.56	2.93
アメリカ	2.26	2.14	2.12
フランス	2.23	2.42	2.05
ドイツ	2.33	2.17	2.31

(4 あてはまる ~ 1 あてはまらない. の 4 点尺度を逆にした平均値)

表 3-6-6 仕事で困った時など、気軽に相談できる職場の雰囲気があるか？

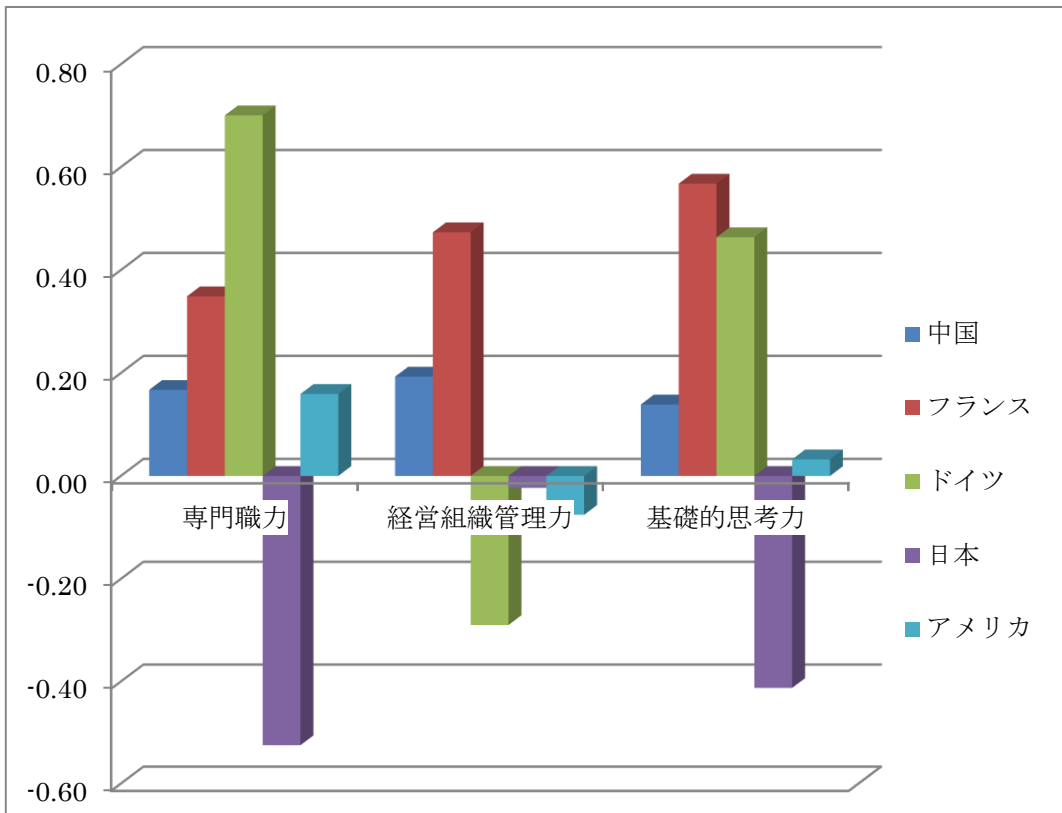
	ERP ソフト技術者	組込みソフト技術者	他のソフト技術者
日本	2.94	2.88	2.95
中国	2.88	2.82	3.36
アメリカ	3.33	3.23	3.40
フランス	3.05	3.22	3.24
ドイツ	2.83	2.58	3.15

(4 あてはまる ~ 1 あてはまらない. の 4 点尺度を逆にした平均値)

#### B, 日本のソフトウェア技術者の能力

時間当たり収入（給与）においても、主観的生産性においても、5ヶ国共通にそれぞれの指標の水準と強い正の偏相関性を持っていた説明変数は、技術者の能力である。それゆえ、日本のソフトウェア技術者の両指標の相対的な指標の低さの一つの要因として、能力変数の低さが疑われる。そこで回帰分析で、説明変数として用いた三つの能力変数（専門職力、経営組織管理力、および基礎的思考力）について、日本の水準を他の4ヶ国と較べたのが、図 3-6-13 である。この図より、三つの能力すべてが、5ヶ国平均以下は日本のみであり、とりわけ専門職力および基礎思考力の低さが際立つ。日本のソフトウェア技術者の時間当たり給与、および心的生産性に対し、このような専門職力や基礎的思考力の低さがマイナスの影響を与えていることが確認できた。

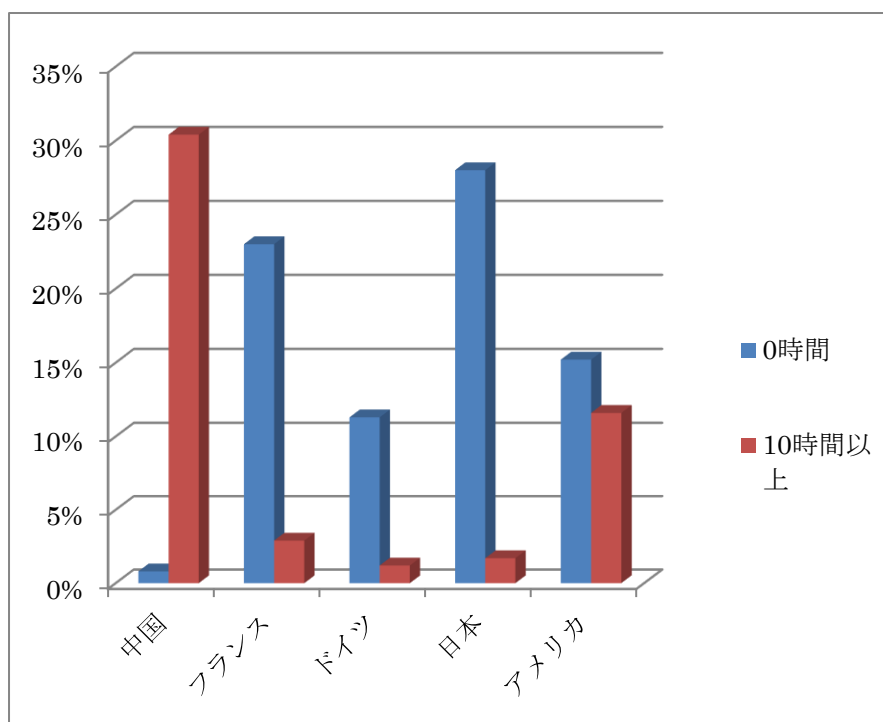
図 3-6-13 三つの能力変数（専門職力・経営組織管理能力・基礎的思考力）の5ヶ国比較



このような日本のソフトウェア技術者の相対的に見て低い能力水準は何に起因するのだろうか。まず想起されるのは、自主的な技術者としての能力開発努力の不足である。そこで、週当たりの自己啓発時間について、5ヶ国の状況を見てみよう。図 3-6-14 に、週当たりの自己啓発のための時間が 0 時間および 10 時間以上グループの割合を%表示した。日本の技術者は、週当たりの自己啓発時間が 0 時間と、まったく自己啓発の努力を行っていない者の割合が、28%と 5ヶ国中最も高い。同時に、週当たり自己啓発時間が 10 時間を超えている者の割合は、1.7%とドイツと共に最も低い。以上から自己啓発の低さが、日本のソフトウェア技術者の能力の伸長の阻害要因である可能性が確認できた。



図 3-6-14 週当たりの自己啓発のための時間が 0 時間  
および 10 時間以上グループの割合 (%)



### 3.6.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

日本を除く 4ヶ国におけるアンケートにおいては、その回収数が日本と同程度であることが望ましかったが、当該国のさまざまな組織が研究に対して理解と支援を提供くださったにもかかわらず、日本の水準に達することは困難であった。

#### (2) 今後の展望

今後も海外の 4ヶ国におけるアンケートの継続等を模索し、データの安定性を高め、結果の信頼性を高める努力が必要と考える。もちろん、現在のデータの有用性は高いものがあり、さらなる多様な視点からの分析も期待できる。

## 3.7 研究目標 7 「国内及び海外 6ヶ国ヒアリングによる生産性と労働条件の決定モデルの検証」

### 3.7.1 当初の想定

#### (1) 研究内容

国内および海外 6ヶ国の対象プロダクトを生産する企業およびソフトウェア技術者に対し、ヒアリングを行い、モデルの説明変数と被説明変数間に因果関係が存在するかどうかの検証を行う。また、これらの結果を受けてモデル解析の方法論を含めた総合的な検証を実施する。

## (2) 想定課題と対応策

この作業における想定される課題は、ヒアリングの相手(企業と技術者)によって上記の点についての見解が異なる場合である。そのような場合は、ヒアリング対象者数を、ヒアリング先で対応可能な範囲で増やし、判断に用いる情報量を増加させることで、多様な意見がどこに集約されるかを判断する。

### 3.7.2 研究プロセスと成果

#### (1) 研究プロセス

- ① ヒアリング対象企業の選定
- ② 対象企業への依頼と了解の取り付け
- ③ 訪問ヒアリング(対象国は、日本、中国、アメリカ、ドイツ、フランス、フィンランドそしてスウェーデンの7ヶ国)
- ④ ヒアリング結果による総合的な検証

#### (2) 具体的な研究成果の内容

##### ① ヒアリング項目

生産性と労働条件の決定モデルを検証するため、今回のヒアリングでは、以下の項目を網羅した。

##### A：労働条件指標の5ヶ国結果についての評価

時間当たり給与  
年収  
労働時間

##### B：心的生産性指標の5ヶ国結果についての評価

主観的生产性指標  
仕事満足度指標

##### C：4要因モデルの四つの要因の効果についての評価

人的要因(教育、性の個人属性や個人の能力、職務や仕事キャリア観)  
組織的要因(チームワークや組織内コミュニケーション)  
経営要因(裁量の付与等の仕事管理の仕方や人的資源管理)  
外部環境要因(離転職の状況を含めた外部労働市場や製品市場の競争環境)

##### ② ヒアリング結果

上述の多様な内容を網羅するヒアリングを下記表にあるとおり、日本と海外6ヶ国で実施し、計28社、4大学を訪問し、41名の専門家、実務家、研究者から意見を収集した。国ごとのヒアリング先と対象者は下記のとおりであるが、各ヒアリング先で収集した意見の相当数は、他のヒアリング先での収集内容と類似、重複するものであった。しかし、それは当然想定されたことであり、それら共通の内容は、③で検証結果の中で語ることにし、ここでは、むしろ、各ヒアリング先での特徴的なコメントを国別の表として次ページ以降にまとめた。なお、当初計画したインドでのヒアリングが、多くの方々の支援を受け可能性を追求したものの実現できなかった。ただし、アメリカ、欧州ヒアリングの対象者の中

に、インドの事情に精通した方々がおり、彼らから提供された情報は、検証結果に反映させた。また様々な先行研究からそのソフトウェア産業の高い競争力と技術者の満足度の高さが検証されている北欧のスウェーデン、およびフィンランドについては、ヒアリングを実施し、他国のヒアリング結果との比較を通して、その要因の発見に努めるとともに、本研究の対象5ヶ国との比較検討のためのベンチマークとして位置付けた。

表 3-7-1 ヒアリング一覧

国	対象企業	対象者
日本	8社(組込みソフト開発元請け, 組込みソフト開発二次請け, 組込みソフト開発-大学発ベンチャー, 組込みソフト開発-元請け, 業務アプリ開発, 総合電機, 半導体開発, 総合電機)	8名(システム開発課長, 技術統括本部長, 社長, 技術部長, 管理本部調査役, インフォメーションシステム事業推進本部長, 会長, 組合 R&D 支部執行委員)
中国	4社1大学(組込みソフト開発下請け, 著名大学ビジネススクール, プラットフォーム構築・運営, 人的資源研究所, 公立シンクタンク)	9名(プロジェクトマネジャー, 大学研究者2名, プロダクトマネジャー, チームリーダー, 人材研究室長, 副院長, 研究員, ネット管理センター長)
アメリカ	4社2大学(機内情報システム開発, 大学工学部, 大手コンピューター製造, 情報サービス, 大学人材研究センター, 日系企業情報工学研究所)	9名(執行役員, 工学部長(元), シニアデータアナリスト, ソフトウェアエンジニア, 研究部長, CEO, グループマネジャー, 上席研究員2名)
フランス	6社(日系計測機器欧州子会社, 日系計測機器フランス子会社, ロジスティクスサービス, クリーンテクノロジー住宅, データマネジメント, 情報セキュリティ)	7名(副社長, 副部長, 社長, 創業者, 創業者, 執行役, 購買責任者)
ドイツ	4社(電機産業協会, インプットマネジメント, ソフトウェア研究所, 組込みソフトサービス)	4名(システムエンジニア, プロダクトマネジメントエンジニア, 研究部長, 上席コンサルタント)
スウェーデン	2社(総合産業, 郵送用機械)	2名(システムエンジニア, 戦略担当執行役員)
フィンランド	1社1大学(システム構築, 総合大学)	2名(人材担当執行役員, 副学長)
インド	N.A.	N.A.

表 3-7-2 国別、ヒアリング先別コメント表 1:日本

	対象企業	対象者	コメント
1	組込みソフト開発 元請け	システム開発課 長	給与制度は年功的要素が残るので、分析結果と 整合的。キャリアアップ型の労働市場の存在も経 験と一致。
2	組込みソフト開発 二次請け	技術統括本部長	給与制度に年功的要素が残るので、分析結果は 整合的。昇進には管理能力が必要な点も整合 的。専門上昇志向が強いと転職傾向が高まる点 も整合的。
3	組込みソフト開発 大学発ベンチャー	社長	エンジニアの生産性が低い点は、感覚と合う。 中国人エンジニアの上昇目的の転職志向は、経 験と一致する。
4	組込みソフト開発 元請け	技術部長	給与制度に年功要素があるので、分析結果と整 合的。外部労働市場が急成長していると感じて いるので、分析結果と整合的。
5	業務アプリ 開発	管理本部調査役	給与制度に年功的要素が残るので、分析結果に 納得する。外部労働市場の存在に納得。
6	総合電機	事業推進本部長	企業規模・市場での立場の差による労働条件の 格差は大きい。
7	半導体開発	会長	日本企業の業績悪化の結果、グローバルな外部 労働市場が発達した。
8	総合電機	組合 R&D 支部執 行委員	労働時間短縮に努力しているが、いまだ、long way to go の状況である。

表 3-7-3 国別、ヒアリング先別コメント表 2:中国

	対象企業	対象者	コメント
9	組込みソフト開発 下請け	プロジェクトマネ ジャー	ソフトウェア技術者の収入の多元化が進行。労働 市場の高い流動性も実感と一致。
10	著名大学ビジネス スクール	大学研究者 2名	中国でも同様な心的生産性指標と物的生産性の 研究を進めているが結論には至っていない。
11	プラットフォーム構 築・運営	プロダクトマネ ジャー、チームリー ダー	能力の高い経験者に高い給与を払っているので、 分析結果・給与統計値と整合的。労働市場の高い 流動性も日々実感。
12	人的資源研究所	人材研究室長	独自の労働流動性調査と一致する結果。
13	公立シンクタンク	副院長、研究員、 ネット管理センタ ー長	中国政府も科学技術者の生産性や労働条件に高 い関心を持っている。両国で問題意識が共有され ている。

表 3-7-4 国別，ヒアリング先別コメント表 3:アメリカ

	対象企業	対象者	コメント
14	機内情報システム開発	執行役員	リスクテイクと意思決定の速さはソフトの特性が原因で納得。アメリカは中小が多いのも影響しているのでは。
15	有力大学工学部	工学部長(元)	アメリカのソフトウェア企業はプロジェクトマネジメントのレベルが高い。それが、生産性や労働条件を高める。
16	大手コンピューター製造	シニアデータアナリスト	ソフトウェア技術者に対する裁量の付与の程度が他国よりことが、生産性と労働条件に影響するのでは。
17	消費者向け情報サービス	シニアソフトウェアエンジニア	多くのソフトウェアは、一人では作れない。チームワークが良くないと仕事が進まない実感と統計分析が一致。
18	有力大学人材研究センター	研究部長	アメリカの若者の職業選択、その前の大学専攻選択の中で、ソフトウェア技術者のキャリアは最上位の人気。
19	日系企業情報工学研究所	CEO, グループマネージャー, 上席研究員 2 名)	アメリカの状況と較べると、日本はいまだにハード中心で、ソフトやシステムの大切さに対する認識が低い。

表 3-7-5 国別，ヒアリング先別コメント表 4:フランス

	対象企業	対象者	コメント
20	計測機器	副社長	欧州内でも国による差異が、効果的な経営の在り方に影響与えており、分析結果と一致する。
21	光学計測機器	副部長	ハード出身の経営者は、単純な指標でしかソフトの生産性が理解できていない。その結果処遇方法がハード的になっている。
22	ロジスティクスサービス	社長	ドイツ企業はフランス企業より計画的なので、チームワーク値が低い。フランス企業は歩きながら考えるが、これも意思決定の速度の点で数字に表れている。
23	クリーンテクノロジー住宅	創業者	ソフトウェア技術者の中でのタイプの違いは大きく、この点も色々な数値の違いと整合的だ。組込みソフトの複雑性が最も高い。
24	データマネジメント	創業者	近年ソフトウェア技術者の収入は需給状況を反映した市場性が高まっている。需要の中心はパリ。
25	情報セキュリティ	品質・技術・戦略担当執行役, 購買責任者	ソフトウェア技術者としての専門性を追求できるキャリアパスが存在するので、収入の年齢上昇プロファイルと整合的。

表 3-7-6 国別，ヒアリング先別コメント表 5：ドイツ

	対象企業	対象者	コメント
26	電機産業協会	システムエンジニア	ドイツのソフトウェア制作の特徴は、事前に緻密な計画を立て、役割を明確にする。チーム内の助け合い度が低いのはそれが不要だから。
27	インプットマネジメント	プロダクトマネジメントエンジニア	制作方法が Water fall から Agile への移行が起きている。それに伴い、チームの役割も変化している。今では、チームワークがより大切。
28	ソフトウェア研究所	研究部長	どのような技術を用いて製品を作っているかとリスクテイキングには関連性があり、ドイツにおける組込みソフトが他のソフトよりリスクイクの度合いが低いのは経験、ロジックと整合的。
29	組込みソフトサービス	上席コンサルタント	組込みソフトと他のソフト、では、新技術採用では、かなり開きがあり、組込みは保守的。ドイツの意思決定速度の製品間の差異と整合的。

表 3-7-7 国別，ヒアリング先別コメント表 5：北欧

	国	対象企業	対象者	コメント
30	スウェーデン	総合産業	システムエンジニア	スウェーデンのソフトウェア現場の組織は一般にフラットで、その結果各自への自己裁量を多く与える傾向にある。このことは個人の高い能力と相まって効率性の高さにつながっていると考える。
31		郵送用機械	戦略担当執行役員	スウェーデンのソフトウェア技術者もチームメンバー間の協力の程度が高い。しかし、国の文化というより、その方が目的達成に効率的と考えるからである。
32	フィンランド	システム構築	人材担当執行役員	競争的な意識は極めて弱い。エンジニア達は、カスタマーに対してどれだけ評価されたかでやりがいを感じている。
33		総合大学	副学長	Nokia の失敗とその理由から多くのフィンランド人と企業は学んだ。それは事業部門間、組織間、そして個人間競争による経営である。今は、企業はチームワークの大切さを身に染みている。

### ③ 検証結果

今回の検証は、基本的には数理統計分析結果の解釈とヒアリングから得た、我々の分析とその解釈に対する各国のソフトウェア技術者の現状を熟知する専門家、実務家、そして研究者からの意見の評価の二つの検証で構成されている。

第一の検証である統計分析は、すでに前節で完了しており、以下のとおりに要約できる。

- a. 日本の技術者の労働条件は、世界のソフトウェア大国である米、中、独、仏の4ヶ国と比べると、最も低い水準にある。
- b. 労働条件の内、収入面で見ると年収ベースでは、5ヶ国中3番目であるが、労働時間の長さを加味した時間当たりの収入では、4番目となり、最も低い中国との差は、購買力平価でみる限り10%から20%であり、近年の中国におけるソフトウェア技術者の給与の上昇率の高さを考えれば、日中逆転も起こりうる。他方労働時間については、日本と中国も含めた他の4ヶ国とは、極めて大きな差異が確認できた。残念ながら、日本のソフトウェア技術者の労働時間の長さは、他国の比ではない。
- c. 生産性については、今回は心的生産性指標での比較となった。二つの具体的な指標を提案し、それぞれについて5ヶ国でその国別、ソフトウェア技術者タイプ別に平均値を推計し、比較した。主観的生産性指標で見た場合も、仕事満足度指標で見た場合も、ともに日本のみが三つのソフトウェア技術者タイプすべてにおいて、指標値がマイナスとなり、最も低いことが確認できた。

これらの結果に対して、アンケート実施海外4ヶ国に加え、北欧2ヶ国でも、各国の専門家より意見を収集した。6ヶ国41名からの意見は以下のように要約できる。

- d. 労働条件における日本の低さには驚くが、統計検証結果は説得的。
- e. 心的生産性指標についても、日本の低さの以外性はあるものの、統計的には妥当と思われる。
- f. これらの労働条件および心的生産性の決定メカニズムを表現した4要員モデルは興味深いし、説得性がある。
- g. 特に国ごとにモデルの中で、有効な説明変数が異なるパターンやその強さの国ごとの差異と実務を通じた経験とがよく対応している。
- h. このモデルで日本の労働条件と心的生産性の低さの原因説明が今後の課題である。

### 3.7.3 発生した課題および今後の展望

#### (1) 発生した課題

ヒアリング対象国に選定したインドでのヒアリングが、可能な限りの人的コンタクトを最大限に活用しても、結局実施が実現できなかった。しかし、アメリカ、および欧州で、インド圏の専門家から意見徴収できたので、現地でのヒアリングに部分的ではあるが代替できた。インドについては、そのソフトウェア技術者労働市場の規模の大きさ、とりわけ毎年排出される大量の若いソフトウェア技術者の直面する競争的環境の問題と、ソフトウェア分野の大学教育における大きな大学間格差の存在の課題が指摘された。

#### (2) 今後の展望

今後インドについては、上記課題の分析とそこから得られる示唆を得るために、より詳

細な現地調査が必要と思われる。

### **3.8 研究目標 8「ソフトウェア企業に対する生産性・労働条件に関する施策と政府の政策への提言の作成」**

#### **3.8.1 当初の想定**

##### **(1) 研究内容**

研究目標 7/の結果を受けて、日本のソフトウェア企業が取べきソフトウェア技術者に対する人的資源管理施策、および政府が進めるべき労働市場政策、公的職業訓練政策、さらには企業に対する社内教育施策に対する各種公的促進策について提言する。

##### **(2) 想定課題と対応策**

研究結果から演繹される政策あるいは企業の施策が必ずしも、現実的とは言えない場合も想定される。そのような場合は、研究成果の示唆を踏まえ、実行可能な提言や施策を提言することにする。

#### **3.8.2 研究プロセスと成果**

##### **(1) 研究プロセス**

###### **① 日本のソフトウェア企業が取べきソフト技術者に対する人的資源管理施策の提言**

まず日本のソフトウェア企業が取べきソフトウェア技術者に対する人的資源管理施策として、どのような人的資源管理施策の採用が望ましいかの提言を行う。続いて、そのような人的資源管理の例を複数示すことで、企業が適切な人的資源管理を導入するためのハードルを低くする。

###### **② 政府の政策に対する提言**

また、政府の施策についても同様に、日本の政府が取べきソフトウェア企業および技術者に対する人的資源政策として、どのようなものが望ましいかの説明を行う。続いてそのような政策に関して、具体例を複数示すことで、政策への議論の筋道を示す。

##### **(2) 具体的な研究成果の内容**

本研究によって、日本のソフトウェア技術者を取り巻く課題が明確となった。それは、劣悪な労働条件と低い仕事達成感と職務満足感である。このような環境の中では、日々の仕事を生産的に、かつ創造的に行っていくことは困難である。実際、我々の5ヶ国データ分析からも、日本のソフトウェア技術者が、自己の生産性を評価した結果が比較対象国の中でも、最低位であることが示された。また、分析の中で、このような現状に影響を与えていると推察される要因も同時に明らかとなった。それらの要因に対し、適切な対応をすることで、日本のソフトウェア技術者の労働条件の改善と仕事達成感、満足感を高め、ひいては彼らの生産性の改善につなげる可能性が示唆された。これらの実現は、一義的にはソフトウェア技術者の幸福度を高め、結果として日本社会の社会、経済、そして情報基盤の安定と発展に寄与できるはずである。

課題：日本のソフトウェア技術者を取り巻く労働環境は、長時間労働と極めて低い仕事達成感（主観的生産性）と満足感の中で働いている。この状況は、速やかに改善を必



要とする。

そこで、本研究のモデル分析から、労働条件指標と心的生産性の両指標に対し効果を示した変数を参照すると、産業界および政府が実施することで有効と思われる施策として以下のものが提案できる。

#### ① 産業界が実施すべき施策

##### A: 仕事管理の改善

前節までの回帰分析とヒアリングによる検証を通して、日本の上記課題と強い関連性を持つと推察される要因として、マネジメントによる仕事管理の問題が浮かび上がった。具体的には、前掲の表 3-6-3、および表 3-6-4 の回帰分析の結果から、日本においてはマネジメント要因の仕事管理変数が、二つの心的生産性指数と、統計的に有意な偏相関性があり、これらの変数値を改善することで、二つの心的生産性指標を改善することが期待できる。ここでの仕事管理変数は、以下の2項目に関する設問より作成した。

ア. 事業計画の中での自分の仕事の位置づけがあいまい

イ. 時間に追われて納得できる仕事ができない

ゆえに、仕事管理の改善の一つとして、提案できることは、管理職は、今後ソフトウェア技術者に対して仕事をさせるに当たり、事業計画およびその中での、担当させる具体的な仕事のその事業計画の中での位置づけをきちんと説明すること、この二つの実践である。二つ目は、②のとおり、各技術者が担当する仕事の内容と量に対し、その担当者に与えられた仕事時間が適当かどうかである。残念ながら現状は、そのバランスが取れておらず、結果として前節でみたように、日本のソフトウェア技術者は世界の中では異例とも言える長時間労働となっている。それゆえ、各人の能力を正確に評価し、その能力に見合った仕事の内容と量、および仕事時間と完成予定日を設定することが必要である。とくに、ソフトウェア技術者が仕事開始後、仕様変更等が発生した場合、適切に仕事時間と完成予定日の変更を行わねばならない。ユーザーが工数、および納期を変更することが困難な場合は、仕様の変更を受け付けられない決定を行うことも適切な仕事管理を行うには必要である。

##### B: ソフトウェア技術者の人的資源管理の改善

A と同様に、前節までの回帰分析とヒアリングによる検証を通して、日本の上記課題と強い関連性を持つと推察される要因として、ソフトウェア技術者の能力開発の問題がある。具体的には、前掲の表 3-6-2、表 3-6-3、および表 3-6-4 の回帰分析の結果から、日本においてはマネジメント要因の人的資源管理変数が、労働条件指標である時給、および二つの心的生産性指数と、統計的に有意な偏相関性が確認でき、これらの変数値を改善することで、時給および、二つの心的生産性指標を改善することが期待できる。ここでの人的資源管理変数は、以下の項目に関する設問（あてはまるかの4段階評価）より、作成した。

ウ. 納得性のある能力および業績評価

エ. 長期的視点による評価

オ. 評価結果の本人への説明

カ. 評価結果に対する苦情対応

- キ. 積極的な従業員の能力開発
- ク. 社内における人材育成の雰囲気
- ケ. 社内での技術者間の交流や情報共有
- コ. 能力開発を指導する人材

これらの項目はコ. を除くと、すべての従業員が対象になりうる。しかし、ここでは、ソフトウェア技術者に関してそれらから作られた変数の統計的偏相関性が検証されたので、他の従業員に対するこれら項目の有効性を事前に排除するものではないが、以下は、ソフトウェア技術者の二つの指標の改善のための施策として提言する。一つは、納得性の高い能力・業績評価制度の構築とその適切な運用である。評価制度においては、長期的視点や苦情処理制度を盛り込むこと、運用においては、評価結果の丁寧な説明や苦情に対する誠実な対応に心がける必要がある。二つ目は、多面性のある人材育成制度の構築とその積極的な運用である。多面性のある人材育成制度として、通常のOJTの実践と専門知識取得のためのOFJTにとどまらず、インフォーマルな雰囲気の中で、社内の多様な部門の技術者が交流し、情報交換ができる場の構築や、経験豊かな技術者が日々の業務に終われ若手の教育・指導ができなくなることを回避するために、就業時間内に一定時間を教育訓練用時間として、制度化することが考えられる。また、運用面では、前述した制度も含め、様々な教育訓練制度が実際に一人でも多くの技術者によって利用されるように、管理職から実践し、また、部下に利用を呼びかけることで、各職場において積極的な人材育成の雰囲気を醸成することが望まれる。

## ② 政府が実施すべき施策

### C: 大学におけるソフトウェア人材教育に対する提言

回帰分析の結果から、日本においては、二つの指標すべて、つまりソフトウェア技術者の時間当たり給与と二つの心的生産性に対して、専門職力、経営組織管理能力、基礎的思考力から成る説明変数「能力」が統計的に有意にプラスの偏相関性を持つことが実証されたが、これらの能力は企業内でのOJTや社内研修だけで身につくわけではない。基礎的思考力だけではなく、むしろ、体系的なソフトウェアに関する専門的知識の基礎や関連する広範な知識で構成される幅広い専門職力は、大学や大学院において習得することが効率的である。日本のソフトウェア技術者は、相当数ソフトウェア開発に関する幅広い基礎と深い専門分野の教育を事前に受けることなく、ソフトウェア技術者予備軍として採用され、企業での教育やOJTによりソフトウェア開発技術を身につけることとなる。採用した新人を何年も教育研修させ続けるはずもなく、すぐに役立つ知識や技術を修得させるが、基礎を含んだ体系的な知識や技術を身につけさせることは困難である。この事前教育の欠如が、前節で明らかとなった経営組織管理能力および専門職力の相対的な低さをもたらしていると推察される。現状は、ソフトウェア技術者のキャリアは、3Kのイメージが強く、学生の間では人気のある学部、学科ではないが、既存の学部・学科のカリキュラムの検討と改訂を通して、早くからソフトウェア開発の魅力を学生に伝えるような取り組みが臨まれる。さらに、社会人になった後も、ソフトウェア技術者が自己研さんを行いやすい社会教育制度として、夜間や週末を利用した大学や大学院のソフトウェア教育プログラムの開校支援も強く望まれる。

#### D:専門職労働市場政策の提言

ソフトウェア技術者に関する専門職労働市場の発展を促進する政策が望ましい。専門職労働市場とは、その対象が公的な資格の有無によって定義された専門職集団によって構成される労働市場であり、基本的な労働条件がその労働市場で決定されるものである。このような専門職労働市場がソフトウェア技術者について発展すると、そのような市場に参入するソフトウェア技術者の能力水準が、公的に資格によって担保されることで労働需要側が労働供給側の専門能力の質に対する不安感が払しょくされ、専門能力の質に関する労働需要と供給サイドで、情報の非対称性が是正され、労働需要の増大が期待できる。そのことが、他の条件を一定とすれば、市場価格(給与水準)の増大を招き、労働供給の拡大を促す。

そのような専門職労働市場の発展のためには、上述したとおり移動のためのプッシュファクターとプルファクターの両面からの施策が必要となる。まずプル要因としては、ソフトウェア技術者自身が、上述した三つの能力(専門職力、経営組織管理力、基礎的思考力)を高め、より高い能力を必要とする仕事をこなせるようになり、その高い専門性が、雇用する側から見えるようにしなければならない。そのためには雇用する側が、応募してきた技術者の能力コンテンツとそのコンテンツ別の水準を知ることができる仕組みが必要である。またプッシュ要因としては、転職希望者が上述した専門職労働市場に参入できる、能力、資格要件を満たせるような、教育訓練の機会が提供されなければならない。その一つの形が上述したCのような社会人を対象とする大学における教育プログラムの提供であるが、社会人が受講しやすくなるための仕組みも必要となろう。

## 4. 考察

### 4.1 研究による効果や問題点等

第一の課題であった、労働条件の国際比較については、想定した5ヶ国の対象者に対してアンケートを実施でき、極めて示唆に富む比較データを収集することができ、日本の相対的な位置を明確に位置付けることができた。

しかし、客観的生産指標による、日本のソフトウェア技術者の位置づけについては、国を横断し、かつ個別技術者の多様な担当業務を含んでも、比較可能な客観的指標を特定できなかつた。その原因は、上述した業務の多様性(コンテンツの内容とその質の両面)を超えた共通概念としての生産性を操作可能な形で、定義できなかつたためである。

そこで我々が考案したのは、客観性にこだわらない主観的生産性評価という発想であった。具体的には、職務をとおして a)能力を発揮し、b)そのことで職務を達成し、c)結果として社会に貢献するアウトプットを生み出すことが生産活動であることから、具体的には、これらの主観的評価変数の主成分分析における第一主成分を仕事達成度変数とした。

本研究の優位性は、一つには対象を具体的、限定的に特定した国際比較を行ったことにある。その結果、より実質的に同質内容の労働を行うソフトウェア技術者の労働条件と彼らの職務満足や主観的生産性について、日本の位置を世界の中で位置づけることができた。

### 4.2 研究成果の活用と今後の研究の進め方

#### 4.2.1 研究成果の活用

我々研究を実施したメンバーにとっても、主要国と比べ極めて劣悪な労働環境の中で日本のソフトウェア技術者が働いており、自己の仕事評価も相対的には最も低く、かつ仕事やりがい感も最下位であったことは、大きな驚きであり、同時に日本の社会とそこに集う国民の現在と将来の生きる可能性にとっても、大きな足かせとなるのではと憂う。それゆえに、個別業界の問題としてとらえるのではなく、国民の、日本社会の大きな課題ととらえ、政官民の一致団結した取り組みが強く求められる。その意味でも、今回収集したアンケートデータの公開によって、さらなる課題の分析が深化し、より適切で効果的な政策制度の検討が進むことを強く希望する。

#### 4.2.2 今後の研究の進め方

研究としての最大の残された課題は、いかにして今回の研究の新規性をさらに発展させるか、にある。その場合の着目点の一つは、現在の主観的生産性指標をいかに客観的生産性指標と連動させるかにある。つまり、制約はあるものの、既存の客観的生産性指標との関係性を明らかにし、現在の主観的生産性指標の、代替指標としての有効性の検証である。今後の研究は、この点に注力したい。もう一つの着目点は、4 要因モデルの妥当性の検証の深化である。今回モデルの検証に用いたデータは、ある一時点、具体的には2016年1月～5月、に収集されたデータである。そのため、四つの要因が二つの指標に対して因果の影響を与えているプロセスについては描写できなかつた。しかし、複数時点のデータが入手できれば、時間的に先行して起こった要因の変化の後に、指標の変化が発生したかどうかを検証できる。その意味で要因と指標の間の因果関係の有無について、より直接的な形での検討が可能となる。データ収集の困難度は高まるが、因果関係の解明に向けて努力し

たい。

#### **4.2.3 国や産業界への要望**

上述した今後の研究の進め方からも示唆されるが、さらなる研究が求められる。しかし、客観的指標と主観的指標の関係性を明らかにするには、4.1でも指摘したとおり、比較対象の行う業務の多様性を如何に超えていけるかにかかっている。そのポイントは、まさに多様性のある指標の構築であろう。そのためにはソフトウェア作成の現場に降りて、多面的かつ正確な情報を多量に収集する必要がある。そのようなオンサイト研究を可能にするには、単に研究に理解ある特定企業の協力にとどまらない、産業全体としての、生産性研究の大切さの認識共有が必要である。そのためには、産業団体のみならず、行政からの強い支援が必須である。例えば、ソフトウェア生産性研究会等を産官学共同で立ち上げる等のリーダーシップと力強い支援を期待したい。また、因果関係の解明に関しても同様である。継続的な情報収集においても、現場の協力が必須である。そのような協力の実現に向けての産学官の連携の強化を要望するものである。

### **Appendix**

1. 5ヶ国アンケート回答結果(設問別)
2. ISBSG データによるソフトウェアプロジェクトの国別生産性比較
3. 各国のソフトウェア産業分析